COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 26 MAI 1896,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse une ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *Müntz* pour remplir la place laissée vacante dans la Section d'Économie rurale par le décès de M. *Reiset*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Müntz** prend place parmi ses Confrères.

ASTRONOMIE. — *Sur les recherches faites à l'observatoire de Madison par M.* G. Comstock, *concernant l'aberration et la réfraction.* Note de M. **Lœwy**.

« Le Volume publié par l'observatoire de Madison, et dont je suis chargé de faire hommage à l'Académie, renferme un important Mémoire

de M. G. Comstock « Sur la recherche de l'aberration et de la réfraction » atmosphérique ». Il a fait usage d'un appareil optique dont j'avais indiqué le principe dans diverses Communications à l'Académie qui datent déjà de quelques années, mais auquel il a apporté des modifications originales et importantes.

» La méthode que j'avais proposée exige l'emploi d'un miroir formé de deux surfaces réfléchissantes installées devant l'objectif d'une lunette. Le dispositif permet de mesurer l'intervalle angulaire de deux étoiles, situées dans des régions très différentes du ciel, avec une précision considérable, indépendamment de toute hypothèse sur la constance ou la variabilité des latitudes. On est ainsi à même de déterminer directement plusieurs constantes fondamentales de l'Astronomie, notamment celles de l'aberration et de la réfraction. J'ai fait à l'Observatoire de Paris une application de cette méthode à la recherche de la constante de l'aberration.

» Le procédé dont nous avons fait usage est purement différentiel, c'est-à-dire qu'il repose sur la mesure, dans une même soirée, des arcs qui séparent deux couples d'étoiles. M. Comstock a voulu étendre l'application de la méthode en la faisant servir à l'évaluation absolue des distances. Il a été conduit ainsi à modifier d'une manière profonde la disposition de l'appareil et la marche des opérations. Ainsi, au lieu de deux surfaces réfléchissantes, taillées dans un même bloc de verre et par suite invariablement liées entre elles, M. Comstock installe devant sa lunette trois miroirs plans, susceptibles chacun d'un réglage indépendant. Les étoiles associées ne sont plus à 90°, mais à 120° l'une de l'autre sur la sphère céleste. Chacune d'elles n'est plus vue par une moitié de l'objectif, mais par une ouverture circulaire, dont le diamètre ne dépasse pas 5^{cm}.

» Ces dispositions déduites de vues théoriques très ingénieuses rendent en effet possible la mesure absolue d'un arc voisin de 120° sur la sphère céleste. Elles permettent aussi de s'affranchir de l'erreur qui résulte d'une mise au foyer imparfaite, erreur dont la loi a été mise en lumière par M. Comstock dans une recherche préliminaire. Mais ces avantages s'achètent au prix de difficultés pratiques très sérieuses, imposées par les conditions physiques du problème et qui semblent de nature à limiter, dans leur application, les belles conceptions de M. Comstock. La mesure des distances se fait nécessairement à de faibles hauteurs; l'influence de la réfraction devient, en conséquence, très sensible, et l'on se trouve dans la nécessité de mener de front l'étude de la réfraction et celle de l'aberration. M. Comstock s'est vu ainsi amené à discuter et à élucider divers

points qui intéressent l'Astronomie générale. Ainsi, l'influence du degré hygrométrique de l'air sur la réfraction, celle de la couleur des étoiles, influences que l'on néglige, en général, à l'exemple de Laplace, semblent assez clairement ressortir des observations faites à Madison.

» Ces mêmes séries apportent une confirmation aux nombres trouvés dans les laboratoires de Physique pour l'indice de réfraction et le coefficient de dilatation de l'air atmosphérique. Elles s'accordent très bien avec les réfractions moyennes fondées sur les travaux de l'observatoire de Pulkova, tout en indiquant comme probable une petite variation de la constante de la réfraction ayant l'année pour période. Une autre conclusion, déjà rendue probable par diverses recherches, consiste en ce que les instruments méridiens paraissent donner des valeurs systématiquement trop grandes pour les ascensions droites des étoiles faibles, cet effet pouvant s'élever à environ $0^s,009$ par grandeur d'étoile. Un résultat curieux de ces études est l'existence d'une équation personnelle dans la mesure des distances, correction qui varierait comme le carré de l'intervalle mesuré. La discussion approfondie à laquelle M. Comstock s'est livré le conduit à regarder ce phénomène comme réel et donne en définitive, pour la constante de l'aberration, le chiffre $20'',44$, très voisin de celui qui a été trouvé, il y a un demi-siècle, par W. Struve. Cette valeur présente aussi un accord très satisfaisant avec celle fournie par nos propres recherches. L'une et l'autre ne dépendent en aucune manière des hypothèses faites sur la loi de variabilité des latitudes.

» La sagacité et la persévérance dont M. Comstock a fait preuve au cours de ces recherches difficiles me semblent désigner son travail d'une manière toute particulière à l'attention de l'Académie. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le rôle du noyau de fer dans les machines dynamo-électriques*. Réponse à la Note de M. *Potier;* par M. **Marcel Deprez.**

« *a*. L'expérience que j'ai décrite dans ma précédente Communication n'est, suivant M. Potier, que la reproduction schématique de faits acquis et utilisés industriellement. C'est bien possible, toute expérience scientifique n'étant que la reproduction schématique de faits mis à profit dans l'industrie. Il y a cependant une différence essentielle entre le dispositif de mon appareil et celui auquel M. Potier fait allusion : c'est que, dans mon appareil, le tube de fer se meut dans un champ uniforme, ce qui est exac-

tement le contraire de ce qui a lieu dans les machines citées par M. Potier.

» *b*. Je n'ai jamais attaqué les lois classiques de l'induction, comme paraît le croire M. Potier; bien au contraire, je les applique plus strictement que lui-même, comme je le montrerai tout à l'heure. La proportionnalité entre la force électromotrice et la variation du flux de force total embrassé par un circuit fermé est d'ailleurs *une conséquence* des lois fondamentales de l'induction exercée sur un élément de circuit quand on admet (comme l'ont fait expressément tous les savants qui, les premiers, ont formulé ces lois) que l'élément *est coupé* par les lignes de force. C'est à tort que l'on cherche maintenant à donner cette conséquence comme étant la loi fondamentale de l'induction. Cette manière de procéder ressemble à celle qui consisterait à considérer les théorèmes généraux de la Mécanique rationnelle (Théorème des forces vives, Théorème des aires, Théorème du mouvement du centre de gravité, etc.), non comme des conséquences des principes fondamentaux de la Dynamique, mais comme étant eux-mêmes des principes qui rendent les premiers inutiles. M. Bertrand a donné de l'abus que l'on fait maintenant de ces théorèmes généraux un exemple saisissant dans sa *Thermodynamique* ([1]).

» La règle de la proportionnalité entre la force électromotrice d'induction et la variation du flux magnétique total embrassé par le circuit est donc une conséquence et non un principe; elle est d'ailleurs d'un usage extrêmement commode quand on veut trouver immédiatement la valeur de la force électromotrice développée dans un circuit fermé sans se donner la peine de chercher quelle est la part contributive de chaque portion du circuit à la production de cette force électromotrice.

» Ce n'est donc ni des lois classiques de l'induction ni de leurs conséquences qu'il s'agit ici, mais des explications hypothétiques que l'on donne habituellement du rôle que joue le noyau de fer de l'induit.

([1]) ... Un calorifère brûle beaucoup de charbon. La maison, que cependant il chauffait très mal, s'écroule tout à coup; que s'est-il passé? L'explication est aisée, répond un philosophe fier de pouvoir démontrer en quelques minutes tous les principes de la Physique : « La force est immuable, la chaleur qui n'échauffait pas s'est transformée en travail. La chute de la muraille confirme la théorie, il n'y a pas d'autre cause à chercher. » On cherche cependant et l'on découvre quelques barres de fer qui, dilatées par les conduits du calorifère, ont dérangé les pierres du mur écroulé. La chaleur, il l'avait bien dit, s'est transformée en travail. Mais, dans l'explication, les barres de fer, ne lui en déplaise, auraient mérité une mention. (J. Bertrand, *Thermodynamique*.)

» *c*. M. Potier dit que mon expérience ne contredit qu'en apparence la règle qui attribue à chaque élément du fil induit une force électromotrice proportionnelle au flux coupé par cet élément. Je suis absolument de son avis, car plutôt que d'admettre que cette règle pût être en défaut, je n'ai pas hésité à rejeter l'*hypothèse classique*, d'après laquelle les lignes de force du champ, ne pénétrant pas à l'intérieur du tube, ne sauraient *couper* le fil induit. J'ai donc été conduit à formuler l'opinion contraire et à admettre que les lignes de force du champ extérieur au tube traversent celui-ci comme s'il n'était pas magnétique; mais, en le traversant, elles le transforment en aimant et créent ainsi un nouveau champ magnétique dont les lignes de force se propagent dans l'espace sans troubler celles du champ primitif et sans en être troublées. Une masse magnétique égale à l'unité, placée en un point quelconque de l'espace extérieur ou intérieur au tube, est donc sollicitée par une force représentée en grandeur et en direction par la résultante des forces dues à chacun des deux champs; c'est ce que j'appelle l'intensité du champ résultant, le seul que l'on puisse constater avec une aiguille aimantée ou avec un fantôme magnétique. La *loi* fondamentale de l'induction, que mon expérience confirme complètement, bien loin de la contredire, permet au contraire de séparer les effets produits par chacun des deux systèmes de lignes de force.

» Il suffit pour cela de rendre le fil induit solidaire de celui des deux systèmes magnétiques dont on veut éliminer l'effet. La force électromotrice d'induction étant en effet proportionnelle à la vitesse *relative* du fil et du système magnétique, s'annule lorsque le système et le fil sont solidaires. Mais, pour que ce procédé soit applicable, il ne faut pas que le déplacement relatif des masses magnétiques qui font corps avec le fil et de celles qui en sont restées indépendantes entraîne des variations dans la grandeur de leur flux de force individuel.

» C'est ce principe qui est appliqué dans mon expérience. Le tube transformé en aimant par le champ inducteur dans lequel il est placé possède un champ propre qui, à l'intérieur, est de signe contraire à celui du champ inducteur. Le champ résultant que l'on constate à l'intérieur du tube est donc beaucoup plus faible que le champ extérieur; il peut même être nul si le tube est très épais. Une aiguille aimantée, placée dans l'intérieur du tube, ne serait donc soumise qu'à un couple très faible. C'est ce fait qu'on exprime journellement en disant qu'une cage de fer *fait écran* et empêche les lignes de force d'un champ magnétique extérieur de pénétrer à l'intérieur et on l'explique par les propriétés conductrices du fer à l'égard

des lignes de force magnétique. Dans ma théorie, au contraire, les deux systèmes de lignes de force coexistent; ils produisent des efforts égaux et de signe contraire sur une masse magnétique, mais peuvent se révéler séparément par la force électromotrice d'induction qu'ils produisent sur un élément de circuit animé d'un mouvement relatif par rapport à l'un d'eux.

» M. Potier admet comme moi que le champ magnétique résultant est nul au centre du tube quand celui-ci est très épais, mais, n'admettant pas la coexistence des deux systèmes de lignes de force, il essaye d'expliquer l'induction en disant que « le champ magnétique n'est pas invariable en » grandeur et en direction en tout point de l'espace, parce qu'il est mo- » difié à chaque instant par le déplacement du tube de fer doux ». Il serait facile de prouver que cette modification continuelle du champ par le déplacement d'un tube de fer *aimanté d'une manière permanente* ne peut pas produire de force électromotrice d'induction. Mais il y a une objection beaucoup plus forte à l'explication proposée par M. Potier.

» Comment le fil peut-il être le siège d'une force électromotrice développée par la variation d'intensité d'un champ dont les lignes de force ne le coupent pas puisque, d'après M. Potier lui-même, le champ magnétique à l'intérieur du tube est constamment nul lorsque le tube est suffisamment épais? Le champ extérieur dont les variations continuelles engendrent, suivant M. Potier, la force électromotrice constatée agit donc *à distance* sur le fil, dans une région de l'espace où ce champ n'existe pas?

» Si l'on veut éviter le retour aux actions à distance, et si l'on veut éviter d'admettre avec moi que les lignes de force du champ traversent le fer comme s'il n'était pas magnétique, je ne vois qu'une troisième explication : c'est de considérer le siège de la force électromotrice comme étant situé, non pas dans le fil mobile, mais dans les autres portions du circuit électrique. Elle satisferait d'ailleurs parfaitement à la règle invoquée dans le paragraphe (a) de la Note de M. Potier, mais elle soulèverait d'autres objections et je n'insiste pas sur ce point.

» Il est presque inutile, après les détails dans lesquels je viens d'entrer sur la manière dont j'explique le rôle du tube de fer doux, de discuter les paragraphes (d) et (e) de la Note de M. Potier. Je me propose d'ailleurs d'examiner à fond, dans une prochaine Communication, le rôle du noyau de fer dans les machines du genre Pacinotti, aussi bien lorsque l'on considère cette machine comme produisant une force électromotrice que lorsqu'on l'étudie au point de vue des efforts mécaniques développés par le

passage d'un courant. J'aurai alors l'occasion de revenir sur les points traités dans ces deux paragraphes. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Source et nature du potentiel directement utilisé dans le travail musculaire, d'après les échanges respiratoires, chez l'homme en état d'abstinence;* par M. A. Chauveau.

« Les conclusions de cette nouvelle Note reposent toutes sur les enseignements que j'ai demandés au quotient des échanges respiratoires, en me conformant aux principes exposés dans ma précédente étude ([1]).

» Le travail musculaire est l'un des phénomènes par lesquels se manifeste le mieux l'activité de l'organisme. C'est aussi celui qu'il est le plus facile de provoquer à volonté dans les conditions prévues, réglées à l'avance, qui doivent assurer le succès des recherches destinées à éclairer l'énergétique physiologique. Enfin, on possède déjà quelques données précises sur la nature du potentiel dont le travail musculaire provoque la consommation. En s'attachant à l'étude méthodique du quotient respiratoire dans le travail musculaire, on a donc chance d'arriver à des déterminations rigoureuses sur la source et la nature de la dépense énergétique qu'entraîne la mise en activité des organes de l'animal.

» Je n'ai pas à justifier l'emploi général de la méthode; elle est admise même par ceux qui se refusent à accepter intégralement la théorie de Lavoisier sur la source de l'énergie dépensée dans les manifestations de la vie. Personne ne doute maintenant qu'avec la connaissance des substances qui se brûlent dans l'organisme et celle de leurs quotients de combustion, on ne puisse prévoir le sens et le mécanisme des modifications que le quotient respiratoire est appelé à subir. Personne ne doute, non plus, qu'à l'inverse, la connaissance du quotient respiratoire ne donne le moyen d'obtenir des notions importantes sur le potentiel consommé et la nature des transformations qu'il éprouve.

» Très nombreuses sont déjà les études du quotient respiratoire pendant le travail musculaire, très intéressantes et très instructives aussi, comme j'aurai à le démontrer, en les exploitant au profit de mes conclusions. Mais je n'ai pas à en tenir compte pour le moment.

» Mon premier soin, en entrant dans ma propre campagne de recher-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 1098; 1896.

ches a été de me créer une base solide d'opérations, c'est-à-dire un terme de comparaison réalisé dans les conditions de la plus grande simplicité possible, un type exact, précis, absolument indiscutable, auquel on pourrait rapporter tous les résultats obtenus dans des conditions plus compliquées.

» Ce type sûr ne pouvait m'être donné que par une étude préalable de l'influence qu'exerce le travail musculaire sur le quotient respiratoire, *dans l'état d'abstinence*. J'ai trop insisté, en maintes circonstances, sur les avantages que présente cette condition, pour avoir besoin de faire valoir ces avantages à nouveau. Ils sont si évidents qu'ils se traduisent même dans les expériences antérieures, où ils n'étaient ni prévus, ni recherchés, et où, du reste, ils ont passé inaperçus.

» On sait à l'avance que l'étude du quotient respiratoire, pendant le travail musculaire, n'a rien à nous apprendre de nouveau sur la non-participation des albuminoïdes de l'organisme à la fourniture du potentiel que consomme immédiatement ce travail. Pas plus chez le jeûneur que chez le sujet alimenté, ils ne concourent à la dépense énergétique qu'entraîne le travail physiologique du muscle [1]. Ce sont donc nécessairement les éléments ternaires de l'organisme qui pourvoient à cette dépense dans tous les cas. Lesquels interviennent? Les hydrates de carbone, dont la provision est toujours si réduite? Les graisses, qui forment souvent d'énormes réserves? L'un et l'autre de ces deux ordres de substances ternaires? Que peut nous apprendre le quotient respiratoire de l'homme sur ce point?

» Voyons d'abord les faits. L'interprétation suivra.

» Un seul exemple suffira à l'exposition de nos résultats.

» *Expérience.* — Le sujet est maigre, peu robuste et ne pèse que $62^{kg},5$.

» Il est à jeun depuis seize heures. Son dernier repas a été pris la veille entre 5^h et 6^h du soir et l'expérience commence à 10^h du matin.

» Le travail exécuté consiste dans une succession de montées et de descentes de l'escalier principal du laboratoire, ininterrompues et accomplies toujours dans le même temps. Au bout de soixante-dix minutes, le sujet a fait environ 29000^{kgm} en travail positif et autant en travail négatif.

» Alors, la fatigue survenue ne permettait pas de continuer le travail sans le ralentir. On l'arrête donc complètement pour conserver à l'expérience le bénéfice de l'identité des conditions pendant toute sa durée.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 429 et 504; 1896. Aux renseignements déjà fournis sur ce point par l'azote urinaire s'ajouteront, dans une autre étude, ceux qui sont donnés par les échanges respiratoires et qui sont en parfaite concordance avec les premiers.

» L'air a été recueilli six fois avec l'appareil Chauveau-Tissot. Chaque prise a duré cinq minutes, très exactement.

» Voici les quotients respiratoires donnés par les analyses :

Nos.		$\frac{CO^2}{O^2}$.
1.	Immédiatement avant le travail........................	0,75
2.	Au début du travail, pendant les 5 premières minutes...	0,84
3.	Au début du travail, entre la 10e et la 15e minute.......	0,87
4.	De la 40e à la 45e minute après le début du travail......	0,95
5.	A la fin du travail, de la 65e à la 70e minute............	0,84
6.	Après 1 heure de repos..............................	0,74

» On voit se reproduire, dans ces résultats, un fait déjà bien établi : l'accroissement du quotient respiratoire sous l'influence du travail musculaire chez les sujets en état d'abstinence. Nous allons, tout à l'heure, en faire ressortir la remarquable signification. Mais à ce fait s'en ajoute un autre plus nouveau et d'une signification non moins importante au point de vue des déterminations qui sont cherchées ici : *le quotient respiratoire ne garde pas, pendant toute la durée du travail, la valeur élevée qu'il atteint souvent avec une très grande rapidité* (ici l'élévation a été plutôt un peu lente). *Cette valeur baisse quand le travail se prolonge ;* et lorsque le travail a cessé, elle baisse encore davantage, *au point de descendre même au-dessous du chiffre que le quotient respiratoire présentait avant le travail.*

» Je tiens à dire tout de suite que cette marche des échanges respiratoires excités par le travail, pendant l'abstinence, est absolument constante, quoiqu'elle soit exposée à de grandes variations, suivant l'état de santé et la vigueur des sujets, leur embonpoint et leur régime antérieur, l'intensité du travail et la manière dont il est exécuté. Mais jamais cette variété de conditions ne modifie le sens des résultats obtenus. Dans tous les cas, le travail musculaire s'accompagne des phénomènes suivants :

» 1° Accroissement du quotient des échanges respiratoires ;

» 2° Atténuation marquée de cet accroissement pendant le cours du travail, s'il se prolonge ;

» 3° Chute du quotient respiratoire à sa valeur primitive (avant le travail) même à une valeur inférieure, pendant la période de repos consécutif au travail.

» On devine à l'avance le parti qui va être tiré des principes posés, dans ma dernière Note, d'après l'expérience de Regnault et Reiset, sur le sommeil hibernal, pour l'explication de ces phénomènes, particulièrement des deux derniers, qui n'avaient jamais été l'objet des préoccupations des physiologistes.

» *Interprétation des résultats expérimentaux.* — La méthode à observer, pour cette interprétation, consiste à prendre comme point de départ le quotient respiratoire de la période initiale de repos (0,75) et à se représenter la valeur que lui donnerait sa combinaison avec les quotients de combustion des hydrates de carbone ou de la graisse, en tenant compte de la proportion dans laquelle le travail accroît les échanges respiratoires, soit, comme moyenne convenant à peu près au cas présent, 4:1.

» Supposons d'abord une consommation exclusive de graisse, avec son quotient de combustion $\frac{CO^2}{O^2} = 0,70$ environ. La combinaison

$$\frac{0,70 \times 3 + 0,75 \times 1}{4}$$

donne le quotient 0,71. Ainsi l'utilisation directe de la graisse, comme source de l'énergie nécessaire à la mise en activité des muscles, implique un abaissement notable du quotient respiratoire primitif pendant cette mise en activité. Or, c'est justement le contraire qui arrive, c'est-à-dire un très fort accroissement de ce quotient primitif de l'état de repos. Ceci montre, aussi nettement que possible, que *la combustion de la graisse ne concourt pas directement à la dépense énergétique du travail musculaire.*

» Supposons maintenant le cas d'une consommation d'hydrate de carbone avec son quotient de combustion $\frac{CO^2}{O^2} = 1$. On a alors

$$\frac{1 \times 3 + 0,75 \times 1}{4} = 0,94.$$

Or, ce chiffre 0,94 représente à peu près la valeur du quotient constaté, dans l'expérience, quand le travail bat son plein. N'en résulte-t-il pas, avec toute évidence, qu'*il est pourvu à la dépense énergétique qu'entraîne le travail musculaire par la combustion des hydrates de carbone en réserve dans l'organisme?* Cette conclusion est d'autant plus légitime qu'elle concorde parfaitement avec les observations de tous les expérimentateurs (Nasse, Weiss, moi-même, etc., etc.) qui ont étudié l'influence du travail musculaire sur les réserves d'hydrates de carbone. Ce point va être repris tout à l'heure.

» Mais le quotient respiratoire ne se maintient pas au même taux élevé pendant toute la durée du travail, si celui-ci est suffisamment intense et prolongé. Ce quotient reste toujours très supérieur au chiffre qui permettrait d'admettre l'hypothèse d'une substitution pure et simple de la graisse aux hydrates de carbone dans les combustions organiques. Toutefois, il baisse assez pour qu'on soit autorisé à dire qu'il se mêle un autre pro-

cessus à la combustion glycosique, primitivement seule en jeu ou à peu près. Quel est ce processus additionnel?

» Il semble que le plus simple serait d'admettre que les réservés d'hydrates de carbone, à mesure qu'elles s'appauvrissent, s'adjoignent comme adjuvant, dans leur rôle de fournisseur de potentiel, les riches réserves graisseuses de l'organisme. La combinaison des quotients de combustion des graisses et des hydrates de carbone expliquerait, en effet, très bien la valeur (0,84) qu'a prise, dans notre expérience, le quotient respiratoire vers la fin du travail; mais il y a, contre cette interprétation, des faits importants qui la rendent inadmissible. On les trouvera, avec leur signification absolument péremptoire, dans nos études ultérieures.

» Il en est un cependant qui doit être cité ici même, parce qu'il est fourni par l'expérience actuelle, où il ne se dégage pourtant pas avec son intensité habituelle, celle que nous lui verrons acquérir (voir la Note ci-après) dans quelques autres expériences. Rapprochons ce fait de ceux qu'il sert à interpréter.

» Ce qu'il s'agit d'expliquer présentement, ce sont les caractères qu'affecte le quotient respiratoire vers la fin du travail. Or, *ces caractères ne sont que le prélude de ceux qui se manifestent pendant la période de repos dont on fait suivre l'exercice musculaire*. Les mécanismes qui interviennent dans un cas sont donc également ceux qui interviennent dans l'autre. Or, pendant le repos consécutif au travail, l'abaissement du quotient respiratoire prend quelquefois des proportions telles qu'il n'est plus possible d'expliquer la valeur de ce quotient qu'en faisant intervenir le concours d'une oxydation rudimentaire des graisses, avec le quotient 0,27, pour leur transformation en hydrates de carbone et la reconstitution des réserves de glycogène. Il nous suffit donc d'admettre que la reconstitution de ces réserves commence pendant le travail lui-même pour expliquer les caractères du quotient respiratoire à la fin de ce travail.

» L'étude directe des réserves de glycogène elles-mêmes démontre que, en effet, telle est bien la manière dont elles se comportent dans l'accomplissement des actes de la contraction musculaire. Elles s'appauvrissent, par le travail et dès les premiers instants du travail, non seulement dans les muscles, mais encore dans la glande hépatique. Qu'on rapproche ce fait de cet autre fait avec lequel il coïncide : l'accroissement considérable du quotient respiratoire; il apparaît alors nécessairement que les hydrates de carbone en réserve se brûlent pour fournir l'énergie nécessaire à la mise en activité du tissu musculaire. L'interprétation est absolu-

ment forcée : *Les muscles, pendant l'abstinence, trouvent dans les hydrates de carbone qui les imprègnent le potentiel dont ils ont besoin pour fonctionner.*

» Or, il n'y a aucune raison d'admettre que les muscles, en quelque circonstance que ce soit, empruntent jamais leur potentiel à une autre source, soit en totalité, soit en partie seulement. Si la consommation énergétique déterminée par le travail s'accentue en se prolongeant, les réserves de glycogène peuvent être amenées très près de leur complet épuisement. Mais elles ne disparaissent pourtant point entièrement. S'épuiseraient-elles tout à fait que les hydrates de carbone resteraient encore bien représentés. Il est remarquable, en effet, que ce cas est un de ceux où la glycose est conservée dans le sang. Elle y persiste toujours en notable quantité, quoique le sang continue à s'en dépouiller dans la traversée des capillaires de la circulation générale.

» Donc, si alors les hydrates de carbone ne s'épuisent pas complètement dans l'organisme, c'est qu'ils se reforment par les procédés que j'ai indiqués, particulièrement aux dépens des graisses.

» Cette reconstitution est certainement incessante; mais elle n'a pas constamment la même activité parce qu'elle n'est pas toujours aussi nécessaire. Probablement très faible au début du travail, lorsque les réserves d'hydrates de carbone sont encore abondantes, la reconstitution de ces réserves s'accentue à mesure que leur richesse diminue. De même s'accentue l'absorption de l'oxygène, agent de la transformation de la graisse en glycogène ou glycose.

» *Ainsi s'explique-t-on que le quotient respiratoire soit moins élevé à la fin qu'au début du travail.*

» Ajoutons que, dans l'état de repos qui suit le travail, la reconstitution de ces hydrates de carbone se continue en s'accentuant beaucoup. Alors le mécanisme n'en est pas masqué par les échanges gazeux spéciaux à l'état de travail; aussi le quotient respiratoire porte-t-il la marque particulière de ce mécanisme : ce quotient baisse assez pour ne pouvoir être expliqué autrement que par l'intervention de l'oxydation rudimentaire qui transforme les graisses en hydrate de carbone.

Conclusions. — 1° *D'après les renseignements fournis par les échanges respiratoires, la graisse ne constitue jamais le potentiel directement utilisé par les muscles en travail, chez l'homme en état d'abstinence;*

» 2° *C'est sous forme d'hydrates de carbone que ce potentiel énergétique est fourni à l'activité musculaire;*

» 3° *Le travail des muscles tend à épuiser les réserves de glycogène et de*

glycose où ce potentiel est accumulé. Mais ces réserves, malgré l'abstinence, tendent à se reconstituer à mesure de leur consommation. Le quotient des échanges respiratoires montre que cette reconstitution a lieu surtout par transformation des graisses, dont l'utilisation, comme potentiel énergétique consacré à la contraction musculaire, se trouve être, de cette façon, tout à fait indirecte. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *La destination immédiate des aliments gras, d'après la détermination, par les échanges respiratoires, de la nature du potentiel directement utilisé dans le travail musculaire chez l'homme en digestion d'une ration de graisse;* par M. **A. Chauveau**, avec la collaboration de MM. **Tissot** et **de Varigny**.

« Il a été démontré ([1]) *qu'il n'est pas dans la destination immédiate des éléments azotés de jouer le rôle de potentiel énergétique directement consommé par et pour le travail.* La même démonstration va être faite en ce qui concerne les graisses alimentaires. Pas plus que les principes protéiques, *les principes gras introduits dans l'organisme par le tube digestif et en voie d'assimilation ne participent, en quoi que ce soit, d'une manière directe, à l'exécution du travail musculaire.*

» Cette proposition est, en quelque sorte, le corollaire obligé des conclusions qui viennent d'être présentées sur la détermination du potentiel où les muscles puisent l'énergie nécessaire à l'exercice de leur activité. Si, pendant l'abstinence, la graisse de l'économie animale ne concourt pas immédiatement à la dépense énergétique qu'entraîne le travail musculaire; si cette graisse incorporée n'intervient alors que par une combustion rudimentaire qui la transforme en hydrate de carbone. Si, enfin, c'est sous cette dernière forme seulement que la matière ternaire peut être utilisée comme potentiel énergétique par les muscles en état d'activité, la même destinée, le même sort doivent être attribués à cette matière ternaire quand elle est représentée par de la graisse alimentaire, qui a pénétré dans les vaisseaux et qui est ainsi seulement en voie d'incorporation à l'organisme.

» Mais, toute légitime que soit cette attribution, on n'est pas autorisé à en affirmer l'exactitude avant de l'avoir vérifiée expérimentale-

---

([1]) *Le travail musculaire emprunte-t-il directement de l'énergie aux albuminoïdes des aliments?* Note de MM. A. Chauveau et C. Contejean (*Comptes rendus*, t. CXXII, p. 504; 1896).

ment. On peut, en effet, taxer de pétition de principe l'identification du mode d'utilisation des graisses encore en voie d'incorporation et des graisses qui sont déjà incorporées. Il est certainement permis de se demander si le travail musculaire qui, dans le cas d'abstinence, s'exécute avec l'énergie libérée par la combustion des hydrates de carbone, ne puiserait pas cette énergie, chez les sujets alimentés à la graisse, dans la combustion directe et complète de cette substance elle-même, après son passage du tube digestif dans le torrent circulatoire.

» C'est un point très facile à vérifier. Il suffit, en effet, de comparer les quotients respiratoires sur le même sujet, exécutant le même travail, tantôt à jeun, tantôt en digestion d'une ration de graisse. Si les deux conditions en présence n'entraînent pas la consommation du même potentiel par les muscles, le quotient respiratoire s'élèvera très notablement dans le premier cas et, dans l'autre, restera stationnaire, si même il ne s'abaisse pas un peu. Que le quotient respiratoire, au contraire, s'élève fortement dans les deux cas, il en faudra conclure que les muscles subviennent toujours à leur dépense énergétique avec le seul potentiel-hydrate de carbone.

» Cette vérification expérimentale est fort simple; de plus, les résultats en sont d'une remarquable netteté qui entraîne une signification absolument décisive. On en jugera par l'exemple suivant :

» *Expérience.* — Pour mieux réaliser l'identité des conditions du sujet, pendant les deux phases à étudier, on décide de les raccourcir et de les rapprocher le plus possible, en exécutant l'expérience complète, non pas en deux jours, mais dans une courte période de la même journée. On commencera, bien entendu, par la phase d'abstinence, pour terminer par la phase d'alimentation grasse.

» Le travail durera seulement un peu plus d'une demi-heure dans chaque phase. Il sera fait dans l'escalier principal du laboratoire, avec une allure fixée à quarante-quatre montées et descentes. Comme le sujet pèse 90^{kg}, ce sera environ 30 000 kilogrammètres de travail positif et autant de travail négatif qu'il accomplira dans chaque épreuve.

» Quand l'expérience commence, le sujet est à jeun depuis quinze heures.

» Il reste quelque temps en repos complet. Pendant cette période, immédiatement avant le travail, une première prise d'air expiré, d'une durée de trois minutes, est faite avec l'appareil Chauveau-Tissot.

» Puis le travail commence. Quinze minutes après, nouvelle prise d'air de trois minutes, sans aucune suspension de la marche du sujet.

» Enfin, après la trentième minute, une troisième prise d'air expiré est faite exactement dans les mêmes conditions que la seconde. La première phase de l'expérience est alors terminée.

» Pour se préparer à la seconde, le sujet avale en plusieurs fois 105^{gr} de beurre.

C'est une ration plus que suffisante, et de beaucoup, pour pourvoir à la dépense énergétique du travail qui doit être exécuté, travail que le sujet commence seulement deux heures après la dernière ingestion et deux heures et demie après la première.

» De cette manière, la graisse ingérée a eu le temps d'être digérée et versée, au moment opportun, dans le sang. Elle y est ainsi en permanence, à la disposition des muscles pendant toute la durée du travail, pour le cas où ces organes seraient capables d'utiliser directement cette substance comme source de force.

» Les prises d'air expiré sont répétées exactement comme dans la première phase : 1° immédiatement avant le travail, à la fin de la période de repos qui a succédé au travail de la première phase; 2° après 15 minutes de travail; 3° après 30 minutes.

» Toutes les opérations sont exécutées avec la plus grande régularité. Il y a eu surtout parfaite identité entre celles de la première et de la seconde phase de l'expérience. Les résultats en sont donc absolument comparables.

» Le Tableau suivant donne ces résultats :

	Ordre et moment des prises d'air expiré.	Conditions du sujet.	Quotient $\frac{CO^2}{C^2}$.
A. Pendant l'abstinence.	1re. De 10h. 9m à 10h.12m.	Repos, immédiatement avant le travail	0,706
	2e. De 10.27 à 10.30.	Après 15 minutes de travail	0,804
	3e. De 10.42 à 10.45.	Après 30 minutes de travail	0,812
	De 10.45 à 1.00.	Repos, au début duquel a lieu l'ingestion de la ration de beurre	»
B. Pendant la digestion et l'incorporation d'une ration de beurre.	4e. De 12.57 à 1.00.	Repos, immédiatement avant le travail	0,666
	5e. De 1.15 à 1.18.	Après 15 minutes de travail	0,783
	6e. De 1.30 à 1.33.	Après 30 minutes de travail	0,809

» Un premier fait saute immédiatement aux yeux dans ce Tableau : c'est la différence qui existe entre la phase A et la phase B, au point de vue du quotient respiratoire pendant l'état de repos. Durant la phase B (ingestion de beurre), le quotient a baissé d'une manière remarquable. De 0,812, où il était à la fin du travail de la première phase, il tombe, deux heures et demie après, à 0,666. Cet abaissement ne doit pas être mis au compte de l'ingestion de beurre, qui a eu lieu à la suite du premier travail, quoiqu'il soit constant que le quotient respiratoire est toujours bas pendant la digestion des graisses : à peine alors dépasse-t-il d'une faible quantité le quotient respiratoire du jeûne, mais il ne lui est jamais inférieur.

» Dans notre expérience, la valeur de l'abaissement est telle qu'elle ne saurait être expliquée par aucun travail chimique connu, sinon une absorption très active d'oxygène par la graisse, pour sa transformation en hy-

drate de carbone. C'est donc dans la période A qu'il faut chercher la cause de cet abaissement. Malgré la brièveté du travail, il s'est consommé une partie des réserves de glycogène de l'organisme, et ces réserves se sont reconstituées, pendant le long repos consécutif au travail, par le processus habituel, c'est-à-dire l'oxydation rudimentaire des graisses, soit les graisses déjà incorporées, soit celles que la digestion du beurre vient d'introduire dans le sang. Dans le cas présent, l'indice de cette destination des graisses se présente d'une manière tout à fait typique, je veux dire celui que les constatations faites par Regnault et Reiset, pendant le sommeil hibernal de la marmotte, permettent de tirer du quotient respiratoire.

» Mais ce qui, dans notre Tableau, se marque encore mieux que les phénomènes auxquels participent les graisses, ce sont ceux auxquels elles restent étrangères. Leur rôle, absolument négatif dans l'exécution du travail musculaire, se traduit par des traits encore plus typiques que ceux de leur rôle positif. Le quotient respiratoire est à peu près le même, en effet, pendant les deux périodes de travail, et ce quotient identique se trouve être le quotient indicateur d'une combustion d'hydrates de carbone, pourvoyant à la dépense énergétique qu'entraîne la mise en activité des muscles de l'organisme.

» *Ainsi, quand le sang est saturé des principes gras que la digestion y a introduits, il n'est pas plus fait emploi de ces principes, pour le travail musculaire, que de ceux qui sont déjà incorporés dans l'organisme. Les uns et les autres ont bien pour destination dernière de concourir à la dépense énergétique des muscles en travail. Mais ce n'est pas sous leur forme de corps gras qu'ils accomplissent cette destination : ils se transforment préalablement en hydrates de carbone. C'est sous cette dernière forme que les muscles absorbent et consomment le potentiel qui est la source de leur activité.*

» *Quant à la destination immédiate des graisses alimentaires, elle ne peut être autre que l'entretien des provisions de potentiel de l'organisme : soit les réserves d'hydrates de carbone, si celles-ci sont appauvries au moment où l'absorption digestive a rendu utilisables les graisses alimentaires; soit surtout les réserves de tissu adipeux où les principes gras s'emmagasinent en nature.* »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des gaz.*
Lettre de M. **Boltzmann** à M. Bertrand.

Wien, le 21 mai 1896.

« Je viens de lire votre Mémoire dans les *Comptes rendus* du 4 mai 1896. Vous y expliquez que la première démonstration que Maxwell a donnée de son théorème dans les *Scient. papers,* I, p. 380; *Phil. mag.*, 4e ser., vol. XIX, p. 22 (jan.-july 1860) est fausse. Certainement vous avez droit. Je m'étonne seulement que vous croyez dire quelque chose de nouveau. Maxwell même a déjà reconnu que sa première démonstration n'était pas exacte. Il dit (*Scient. papers,* II, p. 43; *Phil. mag.* 4e ser., vol. 35, jan.-june 1868, p. 145) ces mots :

» The assumption, thas the probability of a molecule having a velocity resolved parallel to x lying between given limits is not in any way affected by the knowledge that the molecule has a certain velocity parallel to y, *may appear precarious.*

» Moi-même j'ai exposé la même chose avec plus de détail dans le *Phil. mag.*, jan.-juin 1887, 5e ser., vol. XXIII, p. 331 (1).

» Mais vous avouerez que, si une démonstration d'un théorème est fausse, il ne suit pas que le théorème même est faux. Maxwell même a donné une autre démonstration de son théorème (*Scient. papers,* II, p. 43; *Phil. mag.*, mars 1868, 4e ser., vol. XXXV, p. 185). Moi j'en ai donné quelques démonstrations (*Sitzber. d. Wien Acad.,* II, Tome 58, p. 517; II, Tome 66, p. 275) dans mon livre : *Vorlesungen über Gastheorie,* Leipzig, bei Ambrosius Barth, 1895, § 3-5. D'autres démonstrations du théorème de Maxwell ont été données par Lorentz (*Sitzber. d. Wien. Acad.,* 1887, II, Tome 95, p. 117); Kirchhoff, *Vorlesungen über Wärmetheorie,* p. 142; etc. etc.

» Vous n'avez pas examiné toutes ces autres démonstrations et vous n'avez pas donné une démonstration directe que le théorème de Maxwell soit faux. Si seulement une de toutes ces démonstrations est bien fondée, le théorème doit être exact. »

---

(1) Vous trouverez la même chose : *Sitzbericht. d. Wien. Acad.,* II, Tome 66, p. 278; Kirchoff, *Vorles. über Wärmetheorie;* Teubner, 1894, p. 140; Voigt, *Compend. der theoret. Physik,* II, p. 801.

M. **Bertrand** a fait à cette lettre la réponse suivante :

« En écrivant : *Il y aurait indulgence à reprocher à la formule son peu de rigueur*, j'ignorais que cette critique s'adressait à Maxwell lui-même; il serait préférable que l'illustre physicien eût bien voulu déclarer, comme j'ai osé le faire, et comme il l'a reconnu je n'en doute pas, complètement absurde cette démonstration souvent reproduite avec confiance.

» On m'a appris, dès que ma Note a été présentée, qu'une seconde démonstration, très différente de la première, se rencontrait dans les œuvres de Maxwell publiées par l'Académie de Cambridge.

» Je l'ai trouvée moins acceptable encore que la première. Je ne crois pas qu'on puisse la défendre.

» Vous voulez bien me faire remarquer qu'une démonstration fausse n'entraîne pas la fausseté d'un théorème; vous avez parfaitement raison. J'étends volontiers la remarque aux deux démonstrations de Maxwell; elles ne prouvent pas que son théorème soit faux; ce serait leur trop demander.

» D'autres démonstrations ont été proposées. Aux noms justement célèbres que vous signalez, je puis ajouter celui de Cellérier qui, dans les *Archives des Sciences physiques de Genève*, t. VI, 1881, a publié un Mémoire *Sur la répartition des vitesses moléculaires dans les gaz;* on me l'a signalé depuis la publication de ma Note. Ces démonstrations m'inspirent une grande défiance; elles reposent toutes, je crois, sur la considération des chocs entre les molécules : sur ces chocs on ne sait rien et les plus habiles ne croient rien savoir; elles méritent cependant un examen moins sommaire, mais je crois pouvoir en ce moment laisser à d'autres le soin de le faire; je crois avoir prouvé, après l'avoir déclaré évident *a priori*, que le théorème qu'elles prétendent prouver n'est pas exact. J'ai donné les formules qui résolvent les problèmes proposés par Maxwell. Chacune d'elles contient une fonction arbitraire.

» N'est-ce pas une raison suffisante pour rejeter une formule qui n'en contient pas?

» Je saisirai l'occasion pour signaler deux erreurs d'impression dans la Note insérée à la page 963 des *Comptes rendus :*

» Page 967, formule (3), le facteur $dx\,dy$ a été oublié et, formule (5), le facteur $dx\,dy\,dz$. »

PHYSIQUE. — *Sur les tensions de vapeur des dissolutions faites dans l'acide formique;* par M. **F.-M. Raoult.**

« Dans une Conférence faite à la Société chimique de Paris, et publiée dans la *Revue scientifique* du 15 septembre 1894, j'ai eu l'occasion de dire que, d'après mes expériences, la diminution moléculaire de tension de vapeur de l'acide formique employé comme dissolvant est 0,713, c'est-à-dire que l'on a

$$\frac{f-f'}{f} \times \frac{M}{P} = 0{,}713,$$

expression dans laquelle

P est le poids de substance fixe dissoute dans 100gr d'acide formique;
M le poids moléculaire de la substance dissoute;
f la tension de vapeur de l'acide formique pur, à une certaine température t;
f' la tension de vapeur de la dissolution, à la même température t.

» Les expériences qui m'ont conduit à ce résultat remontent à 1890. J'ai dû les interrompre, faute d'une quantité suffisante d'acide formique pur; puis je les ai perdues de vue. Sur la demande qui m'en a été faite, je me décide à les publier aujourd'hui, tout en regrettant qu'elles ne soient pas plus nombreuses.

» La méthode, dont j'ai fait usage, est la méthode dynamique (ou d'ébullition), et je l'ai appliquée exactement comme nous l'avons fait, M. Recoura et moi, dans nos études sur les tensions de vapeur des dissolutions faites dans l'acide acétique (*Comptes rendus* du 24 février 1890). L'ébullition étant normale, la tension de vapeur f' de la dissolution est donnée par le baromètre. Quant à la tension f du dissolvant pur, à la même température, elle est donnée par une Table des tensions de ce liquide, ou par une courbe représentative de ces tensions. Voici cette Table, telle qu'elle résulte de mes déterminations.

Tensions de vapeur de l'acide formique à différentes températures.

Températures.	Tensions.	Températures.	Tensions.
°	mm	°	mm
97	674,1	101	762,7
98	695,2	102	786,6
99	717,0	103	811,2
100	739,5	104	836,5

» Comme on peut le remarquer, il résulte de ces nombres que :

» 1° La température d'ébullition de l'acide formique, sous la pression 760^{mm}, est $100°,8$ (le thermomètre baignant dans le liquide);

» 2° A la température d'ébullition, sous la pression 760^{mm}, l'accroissement de tension $\frac{df}{dt}$, pour une élévation de température de 1 degré, est égal à 23,5.

Dans l'acide formique, j'ai dissous de l'acide benzoïque et de l'acide salicylique en différentes proportions, et j'ai déterminé les tensions de vapeur dans chaque cas. Les résultats obtenus sont rapportés ci-après.

Dissolutions d'acide benzoïque (M = 122) *dans l'acide formique.*

P.	f.	f'.	$\frac{f-f'}{f} \times \frac{122}{P}$.
2,848 gr	751,2	739,4	0,674
5,567	761,6	739,2	0,644
8,402	771,5	738,9	0,614
11,184	780,8	738,7	0,587
D'où l'on déduit, pour une solution infiniment diluée :			**0,704**

Dissolutions d'acide salicylique (M = 138) *dans l'acide formique.*

P.	f.	f'.	$\frac{f-f'}{f} \times \frac{138}{P}$.
3,057 gr	751,9	740,4	0,691
6,114	762,7	740,3	0,663
9,171	772,3	740,3	0,629
12,228	781,7	740,2	0,599
15,285	790,3	740,2	0,572
D'où il résulte, pour une solution infiniment diluée :			**0,723**

» On trouve donc ainsi, pour la diminution moléculaire de tension de vapeur de l'acide formique, à la température de l'ébullition :

Avec une solution infiniment diluée d'acide benzoïque..... 0,704
Avec une solution infiniment diluée d'acide salicylique 0,723

Moyenne : 0,713.

» C'est le nombre que j'avais antérieurement annoncé.

» Introduisant ce résultat dans la relation tonométrique fondamentale (*Revue scientifique, loc. cit.*), on trouve, pour le rapport entre la densité actuelle d' de la vapeur saturée de l'acide formique et sa densité théorique d,

à la température de l'ébullition 100°, 8,

$$\frac{d'}{d} = \frac{0,713 \times 100}{46}$$

(46 étant le poids moléculaire chimique de l'acide formique), d'où

$$\frac{d'}{d} = 1,55.$$

» On sait que Bineau (*Comptes rendus*, t. XIX, p. 767 et t. XXIII, p. 416) a trouvé directement

$$\frac{d'}{d} = 1,34$$

à la température de 115°. Ces nombres ne sont pas en désaccord. »

LOCOMOTION AÉRIENNE. — *Description du vol mécanique*. Note de M. LANGLEY.

« Dans une Communication que j'adressai à l'Académie en juillet 1891, je disais que le résultat de recherches expérimentales avait montré qu'il était possible de construire des machines qui imprimeraient une telle vitesse horizontale à des corps affectant la forme de plans inclinés, et plus de mille fois plus lourds que l'air, que ceux-ci pourraient se soutenir dans cet élément.

» J'ai dit ailleurs qu'à cet égard des surfaces autres que les plans pourraient donner de meilleurs résultats, tandis que, d'autre part, le vol en ligne absolument horizontale, qui est si désirable en théorie, n'est pour ainsi dire pas réalisable en pratique.

» Il n'a pas, que je sache, été construit jusqu'à ce jour de pesant aérodrome ou *machine volante*, ainsi nommée, qui puisse se maintenir dans l'air par ses propres forces, pendant plus de quelques secondes, les difficultés que rencontre le vol libre étant pour maintes raisons énormément plus grandes que celles qu'éprouve le vol dirigé par un corps s'appuyant dans son ascension sous une piste horizontale ou un manège et pressant de bas en haut contre leur partie inférieure.

» Personne n'ignore que de nombreux expérimentateurs se sont livrés à la recherche du vol libre mécanique, et bien que la démonstration que

j'ai fournie (¹) de la possibilité théorique d'arriver à voler mécaniquement avec les moyens dont nous disposons actuellement paraisse être concluante, tant de temps s'est passé sans amener de résultat pratique, qu'il était permis de douter que ces conditions théoriques puissent jamais être réalisées.

» J'ai donc cru devoir m'occuper de la construction d'un aérodrome ou machine volante et mettre à profit les conclusions que j'avais annoncées.

» L'Académie trouvera peut-être quelque intérêt à parcourir le récit que je lui présente ici, fait par un témoin oculaire qui lui est bien connu, du travail récent de cette machine. Je suis amené à agir ainsi, non seulement par la prière dont j'ai été honoré par le témoin lui-même, mais aussi par l'idée que mes recherches pourraient se trouver interrompues par les exigences de mes fonctions, de sorte qu'il me paraît préférable d'annoncer ici le degré de succès auquel j'ai pu atteindre, bien que ce succès ne soit pas complet.

» L'expérience a eu lieu sur une baie du Potomac, à quelque distance en aval de Washington. L'aérodrome était en majeure partie en acier; néanmoins, il entrait dans sa construction assez de matériaux plus légers, pour que la densité de l'ensemble fût réduite jusqu'à un peu au-dessus de l'unité, de sorte que le poids total était légèrement moindre que mille fois celui du volume d'air déplacé. Il n'entrait dans la structure de la machine aucun gaz pour l'alléger, et le poids absolu, non compris celui du combustible et de l'eau, était de 11^{kg} environ; l'envergure des surfaces de soutien dépassait tant soit peu 4^{m}. La force motrice était fournie par une machine extrêmement légère, d'une puissance approximative d'un cheval-vapeur. Il n'y avait pas de timonier, et les moyens qui devaient diriger la machine automatiquement en ligne droite horizontale étaient imparfaits.

» Autre remarque importante : les faibles dimensions de la machine ne permettant pas de la pourvoir d'un appareil pour la condensation de la vapeur, elle ne pouvait emporter assez d'eau que pour fournir une course très limitée, inconvénient qui disparaîtrait avec une machine plus grande. Elle n'était soutenue par aucun autre agent que l'action de ses hélices, mues par la vapeur, et la réaction de l'air sur ses surfaces légèrement courbées.

» Il est aussi à remarquer que la vitesse estimée par M. Bell était celle qui provenait d'un mouvement ascensionnel continu et était de beaucoup inférieure à celle qui se serait produite dans le vol en ligne horizontale. »

(¹) *Experiments in Aerodynamics*, Smithsonian Institution; 1891.

LOCOMOTION AÉRIENNE. — *Sur le vol mécanique*. Lettre de M. **Graham Bell** à M. Langley.

Washington, le 6 mai 1896.

« Je n'ignore pas que vous ne recherchez pas la publicité avant d'avoir atteint un succès plus complet dans la direction automatique en ligne horizontale de vos appareils, mais je crois que ce qu'il m'a été donné de voir aujourd'hui marque déjà un si grand progrès sur tout ce qui a été fait jusqu'ici en ce genre, qu'il convient d'en répandre la nouvelle, et je suis heureux de pouvoir donner mon témoignage sur les résultats des deux essais auxquels j'ai assisté aujourd'hui, grâce à votre invitation, espérant que vous voudrez bien consentir à le rendre public.

» Dans le premier, l'appareil, construit pour la majeure partie en acier, et actionné par une machine à vapeur, fut lancé du bord d'un bateau à une hauteur d'environ vingt pieds au-dessus de l'eau. Sous la seule impulsion de sa machine à vapeur, il marcha contre le vent, s'élevant lentement à mesure. Tout en se mouvant latéralement et en s'élevant sans cesse, il décrivit, d'un mouvement remarquablement égal et doux, des courbes d'environ 100^m de diamètre jusqu'à ce que, s'étant retourné dans sa course vers son point de départ et à une hauteur que j'estimai être d'environ 25^m, les révolutions des hélices eussent cessé (faute de vapeur, d'après ce que j'ai cru comprendre) et l'appareil descendit doucement et sans secousse vers l'eau, qu'il atteignit une minute et trente secondes après son départ du bateau. Il ne se produisit aucun choc, et il y eut si peu de dommage, que tout fut aussitôt prêt pour un second essai.

» Dans ce second essai, qui succéda immédiatement au premier, le même appareil fut de nouveau lancé, et refit presque le même trajet dans des conditions semblables et avec très peu de différence dans le résultat. Il s'éleva également et sans secousse, décrivant de grandes courbes en s'approchant d'un promontoire voisin et boisé qu'il franchit néanmoins, passant sans encombre les arbres les plus élevés, à une hauteur de 8^m ou 10^m au-dessus de leurs cîmes, et descendit lentement, de l'autre côté du promontoire dans la baie, à 276^m de distance du point de départ. Vous avez déjà une photographie instantanée du vol que j'ai prise un moment après que l'appareil fut lancé.

» D'après l'étendue des courbes décrites, que j'estimai avec d'autres

personnes présentes, d'après certaines mesures que je pris personnellement, et d'après les indications données sur le nombre de révolutions des hélices par le compteur automatique que j'examinai, j'estime que la longueur absolue de chaque course fut de plus de un demi-mille anglais ou, plus exactement, un peu supérieure à 900^m.

» La durée du vol, dans le second essai, fut d'une minute et trente-une secondes et la vitesse moyenne entre vingt et vingt-cinq milles à l'heure (soit dix mètres par seconde) sur un trajet qui fut constamment en pente ascendante.

» Je fus extrêmement frappé du vol aisé et régulier de la machine dans les deux essais, et du fait que lorsque l'appareil, privé de la force motrice de la vapeur au plus haut point de sa course, fut abandonné à lui-même, il descendit chaque fois avec une égalité d'allure qui rendrait tout choc ou tout danger impossibles.

» Il me semble que personne n'aurait pu assister à cet intéressant spectacle sans être convaincu que la possibilité de voler dans l'air à l'aide de moyens mécaniques venait d'être démontrée. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Nicolas de Bykov** adresse une Note relative à « Un moyen de guérison du choléra ».

(Renvoi à la Commission du prix Bréant.)

CORRESPONDANCE.

Le **Conseil général des Facultés de Montpellier** invite l'Académie à se faire représenter à l'inauguration des bustes de quatre anciens professeurs de Chimie des Facultés de Montpellier qui ont compté parmi les savants les plus distingués de leur époque : *Balard*, *Bérard*, *Chancel*, *Gerhardt*.

M. **H. Filhol**, M. **Giard** prient l'Académie de vouloir bien les comprendre parmi les candidats à la place devenue vacante dans la Section d'Anatomie et Zoologie par suite du décès de M. *Sappey*.

(Renvoi à la Section d'Anatomie et Zoologie.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil, faites à l'observatoire de Lyon (équatorial Brunner), pendant le premier trimestre de* 1896. Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. Mascart.

« Le nombre des observations faites dans ce trimestre est de 41 (il était de 47 le trimestre précédent). Le mauvais temps du commencement de l'année a causé plusieurs lacunes dont la plus longue s'étend du 25 janvier au 3 février inclusivement, soit 10 jours pendant lesquels nous n'avons aucune observation.

» Les résultats obtenus font l'objet des Tableaux suivants, pour l'explication desquels nous renvoyons à la page 590 du présent Volume des *Comptes rendus*, et voici les principaux faits qui en ressortent :

» *Taches*. — Le nombre et la surface totale des groupes de taches sont en diminution sur le trimestre précédent ; on a, en effet, 71 groupes et une étendue de 4372 millionièmes au lieu de 98 groupes et 5988 millionièmes. Cette diminution se répartit inégalement entre les deux hémisphères ; ainsi l'on a 17 groupes en moins au nord et 10 en moins au sud ; c'est dans la zone qui s'étend à 10° de part et d'autre de l'équateur qu'elle est la plus forte, mais elle se manifeste encore dans les latitudes supérieures à 30° au sud et 20° au nord. On constate également que les taches continuent à être plus nombreuses dans l'hémisphère austral que dans l'autre hémisphère.

» Les deux groupes suivants du Tableau I ont atteint des dimensions qui leur ont permis d'être à la limite de *visibilité à l'œil nu* : février (λ 23,6 $\beta + 16°$) et (λ 25,6 B — 13°) ; pour la raison donnée au commencement de cette Note, il ne nous a pas été possible de vérifier s'il y en a eu d'autres (un en janvier, notamment), mais il n'en est pas moins évident que les grandes taches deviennent rares.

» Remarquons enfin qu'en aucun des jours d'observations le Soleil n'a été vu sans taches.

» *Régions d'activite*. — La diminution des groupes de facules se manifeste comme celle des taches, et c'est également dans l'hémisphère boréal qu'elle est la plus forte (7 au sud et 29 au nord) ; on a au sud 61 groupes au lieu de 68 et au nord 58 groupes au lieu de 87 et, au total, 119 groupes avec une surface de 138,2 millièmes, alors que le trimestre précédent en avait noté 155 groupes et une surface de 178,5 millièmes.

Tableau I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Janvier 1896.			
31- 2	2	1,4		+9	13
31- 2	2	2,1		+12	125
9	1	3,6	—18		230
31- 2	2	4,1	—12		8
9-10	2	5,5	—20		15
9-11	3	5,9		—18	59
9	1	10,1	—13		3
9	1	10,4		+18	8
9	1	10,5		— 7	3
9	1	11,6	—22		3
16	1	13,7	—12		16
16	1	16,8		+ 3	2
12-17	2	17,1	— 3		4
16-19	2	18,1	— 6		2
16-24	4	22,4	—11		105
17-24	3	23,9	—13		48
4	1	29,9	—14		967
4	1	31,2	—19		63
	9 j.		—13°,6	+11°,0	
		Février 1896.			
4	1	2,7	— 9		3
8	1	3,4	—19		20
4- 8	2	3,6		—13	20
8	1	3,7		+ 1	7
4- 8	2	5,8		+15	80
8	1	7,7	—11		2
11	1	8,4		—15	1
14-15	2	9,2	— 9		26
10	1	9,6	—26		2
13-15	3	10,3		+12	31
8-11	3	10,9	—10		37
14	1	12,2	— 5		2
13-15	2	13,2		— 4	5
13-14	2	13,3	—13		12
8-11	3	14,6		+19	20
10-21	10	15,5		+ 9	129
21	1	18,9	—13		2
14	1	19,2		+10	3
		Février 1896 (suite).			
21-25	3	21,5	— 7		31
18-28	7	23,6		+16	376
24-25	2	24,3	— 6		2
18-28	7	24,6		+18	140
19- 2	7	25,6	—13		464
21-28	4	26,4	—17		15
24- 5	6	28,6	—20		98
	15 j.		—12°,7	+12°,0	
		Mars 1896.			
28- 3	3	1,0		+13	11
3- 5	2	2,6	—15		83
28-10	5	4,4	—19		310
2-12	6	7,0	—11		140
2-10	4	8,2		+13	23
11	1	8,9		— 2	4
14	1	9,7	—19		69
10-14	4	9,9	—11		13
11	1	12,0	—16		2
12-14	2	12,7		+ 5	4
16	1	13,0		+16	2
18-20	2	14,8	— 7		21
16-21	5	16,8		+20	22
16-21	5	21,6		+13	27
20	1	21,6		+ 7	17
21	1	21,7		+18	4
20-21	2	21,8	— 8		1
18-26	7	22,0	—17		28
24-26	2	23,4	—12		8
21-24	3	24,1	—15		11
20-21	2	24,3	—19		7
21-26	5	25,1	—12		51
20-25	5	26,4	—19		15
24-26	2	26,9	—22		4
23-26	4	29,4	—16		31
30- 2	2	31,0	—15		3
25- 4	6	31,4		+16	205
2- 4	3	31,7		+ 8	49
	17 j.		—14°,9	+11°,9	

Tableau II. — *Distribution des taches en latitude.*

	Sud.						Nord.						Totaux mensuels.	Surfaces mensuelles.
	90°-40°.	40°-30°.	30°-20°.	20°-10°.	10°-0°.	Somme.	Somme.	0°-10°.	10°-20°.	20°-30°.	30°-40°.	40°-90°.		
Janvier....	»	»	1	9	2	12	6	3	3	»	»	»	18	1674
Février....	»	»	1	7	6	14	11	4	7	»	»	»	25	1528
Mars......	»	»	1	14	2	17	11	4	7	»	»	»	28	1170
Totaux..	»	»	3	30	10	43	28	11	17	»	»	»	71	4372

TABLEAU III. — *Distribution des facules en latitude.*

	Sud. 90°-40°.	40°-30°.	30°-20°.	20°-10°.	10°-0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°-10°.	10°-20°.	20°-30°.	30°-40°.	40°-90°.	Totaux mensuels.	Surfaces mensuelles.
Janvier.....	»	»	2	11	4	17	15	3	8	3	»	1	32	33,0
Février.....	»	»	3	9	6	18	22	8	7	4	2	1	40	51,8
Mars........	»	1	7	15	3	26	21	4	11	3	3	»	47	53,4
Totaux...	»	1	12	35	13	61	58	15	26	10	5	2	119	138,2

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles ordinaires du premier ordre.* Note de M. **A. Korkine**, présentée par M. Hermite.

« Considérons une équation différentielle

$$(1) \qquad M(y)\,dx + N(y)\,dy = 0,$$

dans laquelle $M(y)$ et $N(y)$ sont deux fonctions entières de y, dont les coefficients sont des fonctions quelconques de x. On suppose que $M(y)$ et $N(y)$ n'aient pas de facteurs communs qui soient des fonctions entières de y, que le degré de $M(y)$ ne surpasse pas celui de $N(y)$ et que l'équation $N(y) = 0$, en y regardant y comme inconnue, n'ait pas de racines multiples.

» Proposons-nous de trouver toutes les équations (1) dont l'intégrale générale se présente sous la forme

$$(2) \qquad (y - \varphi_1)^{m_1}(y - \varphi_2)^{m_2}\ldots(y - \varphi_n)^{m_n} = C,$$

où $m_1, m_2, \ldots, m_n$ sont des constantes données dont aucune n'est égale à zéro; $\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_n$ des fonctions de x différentes entre elles; n un entier donné et C une constante arbitraire.

» On demande aussi qu'on trouve toutes les valeurs de $\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_n$ en fonction de x.

» Les polynomes $M(y)$ et $N(y)$ peuvent être représentés ainsi

$$M(y) = p_0 y^\rho + p_1 y^{\rho-1} + \ldots + p_\rho,$$
$$N(y) = (y - \alpha_1)(y - \alpha_2)\ldots(y - \alpha_\rho).$$

» Prenons arbitrairement $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_\rho$ et p_0 comme fonctions de x, pourvu que parmi les quantités $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_\rho$ il n'y en ait point d'égales

entre elles, et considérons la fonction entière de y,

$$f(y) = (y - v_1)(y - v_2)\ldots(y - v_n).\sum \frac{m_i}{y - v_i},$$

l'indice i ayant les valeurs 1, 2, 3, ..., n. On posera d'abord les ρ équations

$$(3) \qquad f(\alpha_1) = 0, \qquad f(\alpha_2) = 0, \quad \ldots, \quad f(\alpha_\rho) = 0.$$

» Soit, pour abréger, $f(y):\mathrm{N}(y) = \varphi(y)$ et désignons par $\varphi'(y)$, $\varphi''(y)$, ... les dérivées partielles de $\varphi(y)$ prises par rapport à y. Soient aussi $w_1, w_2, \ldots, w_{n-\rho-1}$ les racines de l'équation $\varphi(y) = 0$, lorsqu'on y regarde y comme inconnu. Ce sont autant de fonctions implicites de v_1, $v_2, \ldots, v_n, \alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_\rho$. Désignons encore par $C_1, C_2, \ldots, C', C'', \ldots$ des constantes arbitraires. Cela posé, on aura $n - \rho$ équations

$$(4) \quad (w_k - v_1)^{m_1}(w_k - v_2)^{m_2}\ldots(w_k - v_n)^{m_n} = 0 \qquad (k = 1, 2, 3, \ldots, n - \rho - 1),$$

$$(5) \qquad \Sigma m_i v_i = -\Sigma m_i.\int p_0\,dx + C'\ldots.$$

» Dans le cas général, où Σm_i diffère de zéro, les n équations (3), (4) et (5) déterminent $v_1, v_2, \ldots, v_n$ comme fonctions de x, $C_1, C_2, \ldots, C_{n-\rho-1}, C'$.

» Les coefficients $p_1, p_2, \ldots, p_\rho$ de $\mathrm{M}(y)$ seront déterminés par ces ρ équations

$$\alpha'_k \sum \frac{m_i}{(\alpha_k - v_i)^2} + p_0 \sum \frac{m_i v_i^\rho}{\mathrm{N}(v_i)(\alpha_k - v_i)^2} + p_1 \sum \frac{m_i v_i^{\rho-1}}{\mathrm{N}(v_i)(\alpha_k - v_i)^2}$$
$$+ \ldots + p_\rho \sum \frac{m_i}{\mathrm{N}(v_i)(\alpha_k - v_i)^2} = 0$$
$$(k = 1, 2, 3, \ldots, \rho).$$

» Lorsqu'on a $\Sigma m_i = 0$, le degré de $f(y)$ est inférieur à $n - 1$. Supposons, en général, qu'il soit $p < n - 1$. Alors celui de $\varphi(y)$ sera $p - \rho$ et, dans le groupe (4), il n'y aura que $p - \rho$ équations. En revanche, on aura d'abord $n - p - 1$ équations

$$\Sigma m_i v_i = 0, \qquad \Sigma m_i v_i^2 = 0, \qquad \ldots, \qquad \Sigma m_i v_i^{n-p-1} = C^{(n-p-1)},$$

et, au lieu de l'équation (5), cette autre

$$\Sigma m_i v_i^{n-p} = -(n-p)\,C^{(n-p-1)}.\int p_0\,dx + C^{(n-p)}.$$

» Pour chaque valeur de p plus grande que $\rho+1$, il faut encore avoir égard aux cas où l'équation $\varphi(y)=0$ a des racines multiples. A cet effet, on représentera $p-\rho$ de toutes les manières possibles sous la forme d'une somme de nombres entiers positifs. Pour chaque représentation, le groupe (4) aura ses équations particulières. Prenons une de ces représentations et soit r un des termes d'une somme correspondante. On supposera l'existence d'une racine, par exemple w_1, de l'ordre r de multiplicité. Alors, dans le groupe (4), on aura pour w_1 une seule équation, mais on y mettra encore les $r-1$ suivantes :

$$\varphi'(w_1)=0, \qquad \varphi''(w_1)=0, \qquad \ldots, \qquad \varphi^{(r-1)}(w_1)=0,$$

et ce groupe contiendra toujours $p-\rho$ équations. En donnant à p les valeurs ρ, $\rho+1$, $\rho+2$, ..., $n-1$, et en ayant égard aux racines multiples pour chaque valeur de $p>\rho+1$, on aura toutes les équations (1), qui ont une intégrale générale (2).

» La démonstration de ces résultats sera donnée dans un Mémoire, qui paraîtra prochainement. »

MÉCANIQUE. — *Sur les forces de l'espace et les conditions d'équilibre d'une classe de systèmes déformables.* Note de M. **B. Mayor**, présentée par M. Maurice Lévy.

« Les remarques évidentes qui suivent conduisent immédiatement à une notion qui comprend, comme cas particulier, celle de polygone funiculaire d'un système de forces plan. Quoiqu'elle paraisse moins susceptible d'applications pratiques que la pyramide funiculaire de M. Maurice Lévy, cette notion est cependant à signaler, car les propriétés mécaniques et géométriques dont elle jouit correspondent exactement à celles que possèdent les polygones funiculaires.

» I. Un système de forces, agissant sur un solide rigide, est complètement défini par le complexe linéaire formé par ses droites de moment nul et par l'intensité de sa résultante générale. Ce complexe, qui peut jouer le même rôle que la ligne d'action d'une force appartenant à un système plan, sera dit, pour cette raison, le complexe d'action du système considéré.

» II. Un système de forces, défini par son complexe d'action C et sa résultante générale R, peut toujours être décomposé, et cela d'une seule manière, en deux systèmes admettant des complexes d'action C_1 et C_2,

astreints à la seule condition de passer par une congruence linéaire contenue dans C. Pour effectuer cette décomposition, il suffit de construire un triangle dont un côté soit égal et parallèle à R, les deux autres côtés étant respectivement parallèles aux axes des complexes C_1 et C_2. Ces deux derniers côtés, parcourus en sens inverse de R, représentent les résultantes des systèmes composants qui, d'après cela, sont déterminés. Le triangle dont il est ici question peut d'ailleurs être construit, puisque les axes des trois complexes C, C_1 et C_2 sont parallèles à un même plan.

» III. Par une congruence linéaire on peut faire passer un complexe et un seul dont l'axe ait la direction d'une droite quelconque tracée dans un plan parallèle aux deux axes de la congruence.

» Ces remarques faites, considérons simultanément différents systèmes de forces; soient $C_1, C_2, \ldots, C_n$ leurs complexes d'action et $R_1, R_2, \ldots, R_n$ leurs résultantes générales. Portons ces résultantes bout à bout, dans l'ordre assigné par leurs indices et dans un même sens de circulation, de manière à former un contour polygonal analogue au polygone des forces d'un système unique. Supposons enfin qu'on ait joint, par des droites ou rayons polaires, les extrémités et les sommets de ce contour à un même point O quelconque de l'espace.

» Ceci posé, soit $C_{0,1}$ un complexe linéaire dont l'axe soit parallèle au premier rayon polaire. Par la congruence commune à $C_{0,1}$ et C_1, faisons ensuite passer le complexe $C_{1,2}$ dont l'axe est parallèle au deuxième rayon polaire; il résulte de la remarque III qu'un tel complexe existe et qu'il n'en existe qu'un. De même, par la congruence à $C_{1,2}$ et C_2 faisons passer le complexe $C_{2,3}$ dont l'axe est parallèle au troisième rayon polaire et poursuivons cette opération jusqu'à ce qu'on ait déterminé un dernier complexe $C_{n,n+1}$ ayant un axe parallèle au dernier rayon polaire.

» Les complexes $C_{0,1}, C_{1,2}, \ldots, C_{n,n+1}$ ainsi déterminés constituent ce que nous appellerons une *chaîne funiculaire* relative aux systèmes de forces considérées; de plus, le point O sera dit le *pôle* de cette chaîne. En s'appuyant sur la remarque II, on démontre immédiatement les trois théorèmes suivants qui correspondent aux trois propriétés fondamentales des polygones funiculaires.

» Des systèmes de forces en nombre quelconque et appliquées à un même solide rigide peuvent toujours se réduire à deux systèmes ayant : 1° pour complexes d'action, les complexes extrêmes d'une quelconque de leurs chaînes funiculaires; 2° pour résultantes générales les deux rayons polaires extrêmes.

» Pour que des systèmes de forces appliqués à un même solide rigide se fassent équilibre, il faut et il suffit : 1° que le polygone de leurs résultantes soit fermé; 2° qu'une de leurs chaînes funiculaires se ferme également et alors toutes leurs chaînes se fermeront. (Une chaîne est dite *fermée* lorsque ses complexes extrêmes coïncident.)

» Les complexes correspondants de deux chaînes relatives aux mêmes systèmes de forces se coupent suivant des congruences qui sont toutes contenues dans un même complexe linéaire dont l'axe est parallèle à la droite qui joint les pôles de ces chaînes.

» Il est facile, d'autre part, de s'assurer que les polygones funiculaires sont des cas particuliers des chaînes funiculaires. Supposons, en effet, que les systèmes de forces considérés se réduisent chacun à une résultante unique, toutes ces résultantes étant, en outre, contenues dans un même plan. Les complexes d'action de ces systèmes sont alors singuliers et leurs axes coïncident avec les lignes d'action des résultantes. De plus, il résulte des propriétés des systèmes linéaires de complexes que toute chaîne dont le pôle est situé dans le plan du polygone des résultantes est formée de complexes singuliers, lorsque le premier complexe est lui-même singulier et que son axe est contenu dans le plan des résultantes. Dans ce cas, les axes de ces complexes dessinent un polygone funiculaire. Pour terminer, indiquons une application des résultats qui précèdent à la solution d'un problème qui comprend un grand nombre de cas particuliers.

» Considérons préalablement un solide assujetti à des liaisons quelconques et sollicité par un système de forces dont nous désignerons par C le complexe d'action. Tout déplacement infiniment petit de ce solide, à partir d'une position donnée, peut être caractérisé, comme on sait, par le complexe linéaire formé par les droites qui sont normales aux trajectoires de leurs points. Si, d'ailleurs, le degré de liberté du solide est exprimé par le nombre p, on démontre facilement que les complexes attachés à tous les déplacements possibles constituent un système linéaire, que nous désignerons par Γ', et dont le nombre de termes est précisément égal à p. On démontre alors immédiatement, à l'aide du principe des vitesses virtuelles, que, pour que le solide considéré soit en équilibre, il faut et il suffit que C soit en involution avec tous les complexes de Γ', en d'autres termes que C fasse partie du système linéaire Γ, complémentaire de Γ'.

» Cela posé, soient S_1, S_2, ..., S_n des solides sollicités chacun par un système de forces; admettons que S_1 soit relié avec S_2, S_2 avec S_1 et S_3 et ainsi de suite, jusqu'à S_n, que nous supposons lié à S_{n-1}, les liaisons de ces

solides les uns avec les autres étant d'ailleurs absolument quelconques. Désignons, d'une manière générale, par C_i le complexe d'action du système de forces appliqué sur S_i et par $\Gamma_{i,i+1}$ le système linéaire de complexes analogue à Γ et qui correspond aux déplacements que peut prendre S_i lorsqu'on maintient fixe S_{i+1}. A l'aide de ce qui précède, on voit tout de suite alors que pour que cet ensemble de solides soit en équilibre, il faut et il suffit que l'on puisse décrire une chaîne funiculaire C_{01}, C_{02}, ..., $C_{i,i+1}$, ..., $C_{n,n+1}$, relative aux systèmes de forces donnés et telle : 1° que tout complexe $C_{i,i+1}$ de cette chaîne appartienne au système linéaire correspondant $\Gamma_{i,i+1}$; 2° que les complexes extrêmes C_{01} et $C_{n,n+1}$ coïncident respectivement avec les complexes C_1 et C_n. »

MÉCANIQUE. — *Sur un mode nouveau de régulation des moteurs.* Note de M. **L. Lecornu**, présentée par M. Léauté.

« Les régulateurs à force centrifuge sont paresseux au démarrage et enclins à des oscillations nuisibles : ces défauts, bien connus, s'opposent à la réalisation pratique de l'isochronisme. Je vais essayer de montrer que, en faisant appel à un principe tout différent, on pourrait construire des appareils susceptibles d'un fonctionnement plus satisfaisant. Reprenons, à cet effet, une idée déjà ancienne qui consiste à synchroniser les mouvements de la machine considérée avec ceux d'un mécanisme indépendant, tournant avec une vitesse constante ω_1. Soit ω la vitesse angulaire d'un arbre tournant avec une vitesse proportionnelle à la vitesse $n\omega$ du volant. Un procédé, qui a été essayé sans succès, consiste à commander la valve de réglage par une vis sans fin, tournant avec une vitesse proportionnelle à $\omega - \omega_1$. Il est évident, dans ces conditions, que le régulateur ne peut rester au repos que si ω et ω_1 sont égaux. Mais, vienne une perturbation représentée par une diminution constante, c, du moment résistant : la vitesse ω va s'accroître; le déplacement de la valve va produire une réduction de moment moteur, qui peut être approximativement représentée par $K\int(\omega - \omega_1)\,dt$, en appelant K un facteur constant. Si donc A est le moment d'inertie du volant, on aura l'équation

$$A n \frac{d\omega}{dt} = c - K\int(\omega - \omega_1)\,dt,$$

d'où

$$(1) \qquad A n \frac{d^2\omega}{dt^2} + K(\omega - \omega_1) = 0.$$

» L'intégration introduit nécessairement des fonctions périodiques du temps : la tendance au mouvement oscillatoire ne se trouve donc nullement atténuée. Mais on peut modifier le dispositif de telle manière qu'à l'équation (1) s'en trouve substituée une autre dont l'intégrale ne renferme que des exponentielles de la forme $e^{-\alpha t}$, α étant une constante réelle et positive. Considérons, par exemple, deux axes situés dans un même plan vertical et faisant entre eux un petit angle i. Ces axes tournent en sens contraire avec les vitesses ω et ω_1. Le premier, horizontal, porte une vis le long de laquelle se meut un écrou pratiqué au centre d'un disque mince vertical D, qui touche la génératrice supérieure, horizontale, d'un tambour tronconique calé sur le second axe. Le rayon ρ du disque est égal au rayon moyen du tambour et, à l'état normal de régime, le contact a lieu sur le parallèle moyen. Dès lors le disque, entraîné par le tambour, tourne avec la vitesse ω_1 et, si la condition $\omega = \omega_1$ est remplie, la vis et l'écrou, animés de la même vitesse angulaire, ne prennent aucun déplacement relatif. Mais si ω vient à varier d'une manière continue, le disque se meut horizontalement et, au bout du temps t, son point de contact avec le tambour se trouve déplacé d'une longueur x. En appelant h le pas de la vis, filetée dans le sens convenable, on trouve sans peine l'équation

$$\frac{dx}{dt} = h\left(\omega - \omega_1 - \frac{x \sin i}{\rho}\omega_1\right). \tag{2}$$

» D'autre part, on peut faire en sorte que le déplacement x du disque produise à chaque instant une réduction du moment moteur sensiblement égale à λx, λ désignant une constante. Conservant aux lettres A, c leur signification précédente, on a

$$\mathrm{A}n\frac{d\omega}{dt} = c - \lambda x. \tag{3}$$

» La combinaison des équations (2) et (3) donne

$$\frac{d^2\omega}{dt^2} + \frac{\omega_1 h \sin i}{\rho}\frac{d\omega}{dt} + \frac{\lambda h}{\mathrm{A}n}(\omega - \omega_1) - \frac{\omega_1 h \sin i}{\rho}\frac{c}{\mathrm{A}n} = 0.$$

» Imposons-nous la condition

$$\omega_1^2 n h \sin^2 i > 4\rho^2\lambda.$$

» Les racines de l'équation du second degré

$$z^2 + \frac{\omega_1 h \sin i}{\rho} z + \frac{\lambda h}{\mathrm{A}n} = 0$$

sont alors réelles et négatives. En les désignant par $-\alpha$ et $-\beta (\alpha > \beta)$ et tenant compte de ce que, à l'état initial, $\omega = \omega_1$ et $\frac{d\omega}{dt} = \frac{c}{An} = \frac{c\alpha\beta}{\lambda h}$, on trouve

$$\omega = \omega_1 + \frac{c}{\lambda h(\alpha - \beta)} [\alpha^2(1 - e^{-\beta t}) - \beta^2(1 - e^{-\alpha t})].$$

» D'après cela, ω tend asymptotiquement, sans trace d'oscillations, vers la valeur limite

$$\omega = \omega_1 + c\frac{\alpha + \beta}{\lambda h} = \omega_1 \left(1 + \frac{c \sin i}{\lambda \rho}\right),$$

valeur qui sera pratiquement atteinte au bout d'un temps très court, pour peu que α et β soient de grandeur sensible et sensiblement différents entre eux.

» Je me suis assuré qu'il est possible de réaliser les conditions supposées dans ce qui précède. Voici, par exemple, une application numérique. Soit une machine de 30 chevaux dont le volant fait moyennement 60 tours par minute et possède un moment d'inertie égal à 500 (kilogrammètres-secondes). Si l'on veut que la vitesse ne s'écarte jamais de plus de 1 pour 100 de sa valeur normale, il suffit de prendre $n = 0,1$; $\rho = 25^{cm}$; $\sin i = 0,125$, et de s'arranger pour qu'une course totale du disque égale à 4^{cm} fasse passer la valve de l'ouverture en grand à la fermeture complète.

» Ce n'est pas ici le lieu d'insister sur les détails d'exécution. Bornons-nous à dire que l'entraînement du disque par le tambour résulterait, soit du simple frottement, rendu suffisant au moyen d'un ressort poussant le tambour dans le sens de son axe, soit de l'action de cannelures convenables tracées sur les surfaces en contact : comme il s'agit en somme de transmettre des efforts assez faibles, il n'y aurait aucune difficulté à craindre de ce côté. Le tambour devrait être conduit par un petit moteur entièrement indépendant et pouvant d'ailleurs être utilisé pour un travail constant, tel que la manœuvre d'une pompe de condenseur, le refoulement d'eau dans un réservoir à niveau fixe, etc. Une autre solution, assez pratique, semble-t-il, consisterait à se servir d'une sorte d'horloge massive, dont le pendule s'articulerait à son extrémité inférieure avec une longue bielle horizontale actionnant, dans le plan d'oscillation, une manivelle égale à la moitié de l'excursion horizontale du pendule. Comme la rotation uniforme d'un point sur une circonférence donne, en projection, un mouvement pendulaire, il est clair qu'une manivelle ainsi conduite tournerait

avec une vitesse constante. Le poids moteur devrait naturellement être très lourd, et il est aisé d'imaginer des dispositions propres à en assurer le remontage automatique par le moteur principal. En changeant la longueur du pendule on ferait varier à volonté, dans certaines limites, la vitesse de régime. »

Remarques au sujet de la Note précédente; par M. **H. Léauté.**

« L'appareil ingénieux imaginé par M. Lecornu aura-t-il, en fait, tous les avantages que la théorie précédente semble indiquer?

» Deux remarques peuvent être faites à ce sujet :

» D'une part, la liaison par entraînement est loin d'être certaine; elle donne presque toujours lieu à des glissements qui constituent souvent un avantage pour la conservation des pièces, mais qui, dans l'espèce, ne devront pas exister; il y a là une difficulté d'ordre pratique, qui n'est pas négligeable.

» D'autre part, les variations périodiques de la vitesse, que l'auteur a volontairement laissées dans l'ombre, n'auront certainement aucun effet sensible tant qu'on ne demandera pas à l'appareil un grand isochronisme, mais lorsqu'on voudra restreindre les variations de la vitesse de régime dans des limites trop étroites, les effets de ces variations pourront apparaître.

» Il sera donc prudent, lorsqu'on essayera le système de M. Lecornu, qui, à tous les points de vue, mérite d'être essayé, de ne pas exiger de prime abord une trop grande perfection; on devra se contenter au début de lui demander une régularisation ordinaire et voir ensuite ce qu'il peut réellement donner.

» Il ne faut pas oublier, en effet, que les oscillations indéfinies des régulateurs ordinaires tiennent à des causes plus profondes que l'emploi de la force centrifuge, et que l'on verra apparaître ces oscillations ou quelque phénomène équivalent, si perfectionné que soit l'appareil de régulation employé, chaque fois qu'on demandera à cet appareil trop de précision. »

PHYSIQUE. — *De la torsion magnétique des fils de fer doux.* Note de M. G. **Moreau**, présentée par M. Mascart.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les premiers résultats d'une étude sur la Torsion magnétique (T. m.) des fils de fer doux. Le phénomène, découvert par Wiedemann, a été étudié par Smith (1) qui a montré qu'un fil de fer tordu initialement se tordait davantage sous l'action magnétisante d'un solénoïde. La T. m. est toujours de même sens que la torsion initiale du fil. Elle croît avec elle jusqu'à un maximum, pour décroître ensuite. Pour une torsion donnée, la T. m. croît aussi avec le champ magnétisant et décroît ensuite.

» Mes premières expériences ont pour objet la comparaison de la T. m. aux différents points d'un fil de fer tordu. Ce fil long ($1^{m},30$) et mince (diamètre compris entre $0^{mm},5$ et $1^{mm},8$) est placé dans l'axe d'une bobine de 30^{cm} de long, dont le champ au centre égale 70 unités C.G.S. pour 1 ampère. Il est fixé à une extrémité A et tendu à l'autre B par un poids. En B, il est saisi par une pince centrée sur un cercle à alidade qui doit servir à tordre le fil. La T. m. en un point est mesurée par un petit miroir concave qui y est fixé et qu'on observe par la méthode de Poggendorff.

» Voici les lois expérimentales obtenues, lorsque la bobine occupe une position quelconque entre les deux extrémités du fil.

» I. Pour un fil de longueur L et pour un courant magnétisant constant, la T. m. en un point est nulle, si le fil n'est pas tordu initialement. Si le fil a été tordu initialement, la T. m. change de sens et croît proportionnellement avec la T. initiale permanente, si celle-ci est inférieure à 360°. Au delà, la T. m. croît plus lentement et tend vers une valeur imite qu'elle conserve pour des T. initiales très grandes. Je n'ai pas observé le maximum indiqué par Smith.

» II. Avec des fils de fer de petit diamètre, la T. m. est indépendante du diamètre, tant que la T. initiale est inférieure à 360°. Au delà, la limite de la T. m. obtenue pour des T. initiales très grandes diminue quand le diamètre du fil croît.

» III. Pour une T. initiale donnée, la T. m. croît proportionnellement au carré de l'intensité du courant magnétisant.

---

(1) *Philos. mag.*, 32; 1891.

» Cette loi n'est vérifiée que pour des courants faibles inférieurs à $0^{amp},3$. Pour un courant de 10 ampères, on arrive à une limite.

» Les lois suivantes se rapportent à la variation de la T. m. le long d'un fil tordu.

» IV. Pour un fil tordu et placé suivant l'axe d'une bobine également distante des extrémités, les T. m. en deux points symétriques du centre de la bobine sont rigoureusement égales et de signe contraire. Du côté de l'extrémité A du fil, la T. initiale est *augmentée,* de l'autre côté elle est *diminuée*. Le sens du phénomène ne change pas avec le sens du courant.

» V. Sur une des moitiés du fil, la torsion ou détorsion magnétique, nulle à l'extrémité du fil, augmente lorsqu'on se rapproche des bords de la bobine et passe par un maximum au voisinage de ces bords. Elle devient nulle dans la région où le champ est uniforme.

» VI. Lorsque la bobine n'occupe plus le milieu du fil, la symétrie précédente disparaît. Si la bobine a été déplacée de h centimètres du côté de l'extrémité A, on obtient la nouvelle courbe de T. m. en déplaçant la courbe correspondante à la position médiane, dans sa propre direction, d'une quantité telle que la translation de chaque élément, comptée parallèlement au fil, égale h. La règle est la même si la bobine a été déplacée du côté de B.

» Il y aura toujours torsion du côté de A et détorsion du côté de B. Les maxima de torsion et de détorsion seront toujours à une distance constante des bords de la bobine.

» La somme algébrique des deux maxima restera la même, quelle que soit la position de la bobine le long du fil, tant que le déplacement h sera plus petit que $\frac{L}{2} - a$ (a distance d'un maximum au bord voisin). Si $h = \frac{L}{2} - a$, il n'y a plus qu'un maximum égal à la somme des deux autres et la T. m. a le même signe pour tous les points du fil.

» L'explication la plus simple de ces phénomènes est, je crois, la suivante. Par suite de l'aimantation du fil, chacun de ces éléments est soumis, grâce à la variation du champ magnétisant le long de l'axe de la bobine, à une dilatation longitudinale dirigée vers le solénoïde et à une contraction transversale. Les deux effets s'ajoutent pour modifier la torsion primitive de l'élément.

» L'application de la loi de Coulomb conduit facilement à l'expression suivante pour la variation $\Delta\Theta_x$ de la torsion en un point situé à la distance x

de l'extrémité fixe A du fil :

$$\Delta\Theta_x = K(1 + 2\pi K)\frac{4\sigma + 1}{E}\frac{\Theta_L}{L}I\iota^2,$$

où

K = susceptibilité magnétique du fer ; σ et E sont les coefficients d'élasticité ;

ι = intensité du courant magnétisant ; Θ_L torsion initiale du fil de longueur L ;

$I = \int_0^x (F_x^2 - F_A^2)\,dx$, F_x intensité du champ au point x.

» Cette formule donne immédiatement les lois I, II, III.

» L'étude de l'intégrale I donne les résultats IV, V, VI. L'application de la loi de Coulomb ne la donne exacte que pour les faibles torsions initiales Θ_L. »

PHYSIQUE. — *Réponse à une réclamation de priorité de M.* G. Friedel. Note de M. R. Dongier, présentée par M. Lippmann.

« Je ne connaissais pas la Note de M. G. Friedel, parue sous la rubrique « Minéralogie » [1]. J'aurais volontiers cité son nom.

» Le principe de la méthode que M. G. Friedel revendique dans la Note du 11 mai 1896 est implicitement indiqué dans le Mémoire classique de MM. Fizeau et Foucault, publié en 1850 [2] et le dispositif que j'ai employé est une application de cette méthode.

» Je pense que l'intérêt actuel d'une telle application réside surtout dans la précision qu'elle comporte. L'analyseur à pénombre que j'emploie en constitue le perfectionnement. On peut en effet effectuer le réglage des lames cristallines à deux minutes près et déterminer l'azimut de la vibration émergente à $\frac{1}{10}$ de degré près [3], tandis qu'un simple nicol analyseur permet la détermination de l'azimut de la vibration avec une erreur seulement moindre que 1° [4].

(1) G. Friedel, *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 272.

(2) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. XXX, p. 148, 152 et 156. *Voir* notamment la Planche située à la fin du Volume.

(3) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 306.

(4) G. Friedel, *Bulletin de la Société de Minéralogie*, t. XVI, p. 27 et 31.

» Une autre particularité de mon dispositif consiste à employer une lumière incidente circulaire, et je l'obtiens par l'emploi du triprisme de Fresnel ([1]). Je produis sur le corps isotrope ou sur le quartz parallèle, avec un compresseur hydraulique ([2]), une action telle que la lumière sorte rectiligne ou elliptique très aplatie. L'analyseur à pénombre permet de déterminer l'axe de l'ellipse qui garde toujours une direction constante. Une fois l'analyseur réglé, on introduit le quart d'onde. Quand les deux plages de l'analyseur présentent le même éclairement, la section principale du quart d'onde est parallèle à l'axe de toute vibration émergeant du corps comprimé. La précision est d'au moins 4 minutes. L'emploi de la lumière circulaire permet ainsi de ne faire tourner que l'analyseur qui est seul muni d'un limbe gradué.

» Dans ces conditions, je ne pense pas que ce soit *faire un pas en arrière* que d'adopter cette variante de la méthode ([3]). »

PHYSIQUE. — *Sur la détermination de la déviation des rayons de Röntgen par un prisme.* Note de MM. **Hurion** et **Izarn**, présentée par M. Mascart.

« L'emploi de deux fentes verticales AB et A′B′, situées à quelques centimètres l'une en arrière de l'autre et dont la première est éclairée par une source de grand diamètre apparent, fournit une sorte de plan lumineux dont on peut faire passer la moitié supérieure à travers un prisme. On reçoit la lumière sur un écran translucide E muni d'un trait de repère R capable de recevoir un mouvement de translation horizontal et un mouvement de rotation autour de l'axe horizontal joignant le milieu des

---

([1]) Mascart, *Traité d'Optique*, t. II, p. 160.

([2]) Construit par M. Jobin.

([3]) Depuis ma Note du mois de février, j'ai modifié l'analyseur Laurent, en couvrant l'autre moitié du champ avec une deuxième lame demi-onde, dont l'axe fait un angle d'environ 2°,5 avec celui de la première. La section principale du nicol est bissectrice de l'angle des sections principales des deux lames. Chacune des deux moitiés est ainsi affectée de la même façon par la lumière parasite du jaune obtenu par l'incandescence du chlorure de sodium. Et, en effet, dans mes expériences, au moment de l'égalité des deux plages, il se produit une teinte légèrement bleuâtre, dont le déplacement et la variation concourent simultanément à augmenter la sensibilité de l'appareil. (Mascart, *Traité d'Optique*, t. II, p. 63.)

deux fentes. Si l'on prévoit que la déviation doit être très faible, il sera bon de placer le prisme sur une plaque mince P horizontale s'appuyant d'un côté sur le milieu de A'B', de l'autre sur l'écran E. On délimitera ainsi nettement, sur celui-ci, l'image supérieure déviée et l'image inférieure correspondant au passage libre.

» Dans ces conditions, le plus léger défaut de parallélisme des deux fentes suffit à produire des perturbations qui peuvent influer notablement sur les conclusions à tirer de l'expérience.

» Supposons que le système AB s'incline légèrement, A se déplaçant à droite, B à gauche, le prisme et la plaque P étant absents; il est facile de voir que, au point de vue de l'effet produit sur l'écran, tout se passe comme si cette fente s'était un peu élargie en s'inclinant, et l'image sur l'écran E sera un peu élargie, à gauche par l'effet de la moitié supérieure de la première fente, à droite par l'effet de la moitié inférieure. C'est ce que permet de reconnaître nettement la manœuvre du repère R.

» Si maintenant on place la plaque P, son effet sera de supprimer l'élargissement, à gauche, sur la partie inférieure de l'image et, à droite, sur la partie supérieure. De ce fait, ces deux parties ne seront plus sur le prolongement exact l'une de l'autre; mais les phénomènes sont encore plus compliqués. L'ombre de la plaque P, qui, dans le cas où les deux fentes sont exactement verticales, sépare les deux moitiés de l'image par un trait noir fin et horizontal, change de forme en entamant à droite la moitié supérieure par un biseau très aigu, qui fait disparaître la plus grande partie du bord droit. Elle agit de même sur la région inférieure pour rogner la plus grande partie du bord gauche, ce qui exagère le déplacement relatif des deux moitiés de l'image.

» Ce dernier effet est dû à ce que les points de l'écran E, situés au dessus de la lame P et très voisins de celle-ci, ne reçoivent que très peu de la lumière émise par les parties centrales de la première fente, et sont surtout éclairés par les parties supérieures de cette fente qui donnent des images déplacées vers la gauche.

» Les choses se passent en sens inverse pour les points situés au-dessous de la plaque P.

» Avec des fentes fines, on peut remplacer l'écran E pour une loupe de Fresnel et se servir des franges de diffraction pour régler le parallélisme. Une très faible inclinaison de la première fente se traduit par un déplacement relatif mesurable des deux moitiés d'une même frange. Pour

une distance de 10^{cm} entre les fentes et une plaque de 12^{cm} de longueur, on obtient facilement un déplacement de $\frac{1}{4}$ de millimètre, les franges restant très nettes.

» Des phénomènes analogues doivent se produire quand on étudie la réfraction des rayons X en employant le dispositif indiqué au début. L'expérience, pour être concluante, devra donc être faite une première fois avec un prisme, une seconde fois sans prisme.

» C'est ainsi que nous avons opéré en employant un prisme d'aluminium d'assez grand angle. Les deux clichés, à part l'effet d'absorption du prisme, ne nous ont montré aucune différence appréciable. Avec des fentes bien parallèles, la déviation est nulle; si l'on incline très peu la première fente on obtient, suivant le sens de l'inclinaison, des déviations correspondant à un indice supérieur ou inférieur à l'unité, de valeur d'ailleurs variable à volonté. »

PHYSIQUE. — *Sur la réfraction des rayons X.* Note de M. **Gouy**.

« Pour des recherches précises sur la propagation des rayons X, il faut avant tout disposer d'une source qui soit *linéaire*, de largeur apparente insensible, et en même temps assez intense pour opérer à grande distance avec une durée de pose acceptable, ce qu'on ne peut faire en diaphragmant une source ordinaire par une fente très fine.

» J'ai réussi à surmonter cette difficulté par un emploi approprié des tubes du modèle dit *focus*, dans lesquels les rayons X prennent naissance à la surface d'une lame plane de platine. On constate que ces rayons possèdent une intensité presque égale, suivant toutes les directions comprises dans l'hémisphère limité par le plan de la lame, et cessent presque brusquement quand la direction devient rasante. Cette loi, tout opposée à la loi photométrique du *cosinus*, nous apprend que la lame de platine, vue obliquement, constitue une source de rayons X dont l'éclat intrinsèque est sensiblement en raison inverse de sa largeur apparente, en sorte qu'on peut, en se plaçant presque dans le plan de la lame, réaliser une source linéaire de grande intensité.

» Cette remarque m'a amené à construire un tube focus dont la lame de platine, parfaitement plane, permet d'utiliser des rayons faisant avec son plan un angle fort petit, de 30′ par exemple; on a ainsi une grande intensité avec une source dont la largeur apparente n'atteint pas $0^{mm},1$.

» J'en ai fait usage pour l'étude de la réfraction à travers le crown-glass et l'aluminium. Un fil de platine de $0^{mm},1$, recuit et fortement tendu, est placé parallèlement au plan de la lame. Un prisme de 60° est disposé tout près du fil, qui le dépasse de part et d'autre. On reçoit sur la plaque photographique l'ombre du fil, dont le milieu est formé par les rayons qui ont traversé le prisme. L'expérience consiste à mesurer l'écart ε de cette portion, par rapport à la ligne droite définie par les deux extrémités de l'image.

» La distance de la plaque à la source est de $4^{m},50$, et le fil en occupe le milieu ; la durée de pose est de trois heures.

» L'ombre du fil forme une ligne blanche d'environ $0^{mm},2$ de largeur, qui est d'une grande netteté à l'œil nu, sans cependant supporter un fort grossissement. Cette ligne a été examinée au moyen d'un appareil construit par MM. Brunner pour l'étude micrométrique des clichés ([1]). Les mesures montrent que l'écart ε ne dépasse pas 20 microns, ce qui correspond à une déviation de 2″. Quand à la réalité de ces écarts très petits, c'est une question qui ne peut être tranchée qu'en perfectionnant les expériences.

» Ainsi la réfraction des rayons X, si elle existe, est inférieure à deux secondes ; d'où il résulte ([2]) que l'indice ne peut différer de l'unité de plus de $\frac{1}{200000}$.

» Ces expériences, avec d'autres dont je rendrai compte, mettent aussi en évidence l'absence totale de diffraction ; c'est grâce à cette propriété des rayons X que leur étude peut être effectuée avec une précision comparable à celle des mesures optiques. »

PHYSIQUE. — *Photométrie du sulfure de zinc phosphorescent excité par les rayons cathodiques dans l'ampoule de Crookes.* Note de MM. **Charles Henry** et **Gaston Seguy**.

« On sait que les corps phosphorescents, lorsqu'ils sont excités par les rayons cathodiques dans l'ampoule de Crookes, émettent un éclat plus vif que lorsqu'ils sont saturés par la lumière du Soleil ou par la lumière du magnésium.

» Des mesures précises, dans des conditions bien définies de pression,

---

([1]) Modèle du passage de Vénus.

([2]) Une des faces du prisme de 60° est normale aux rayons.

de cette hyperphosphorescence du sulfure de zinc préparé en agglomérés suivant la méthode de l'un de nous, nous ont conduits aux conclusions suivantes :

» 1° L'éclat du sulfure pour une pression déterminée décroît assez rapidement avec la durée des expériences; il est tombé, par exemple, au bout d'une sizaine d'heures, pour la pression, optima avec notre ampoule, de 19^{μ} de mercure, de $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{50,4}$ de bougie (on peut évaluer approximativement à $\frac{1}{33}$ de bougie, l'intensité du sulfure de zinc en poudre, saturé par la lumière du magnésium). Toutefois, une part notable dans cette déperdition doit être attribuée à la formation, sur la surface d'émission, de petits points noirs qui sont des particules métalliques projetées par la cathode et des particules de charbon provenant sans doute de la décomposition de l'oxyde de carbone emprisonné dans le sulfure pendant sa calcination en creuset brasqué. Pour éliminer la part de cet écran intercepteur, il suffit simplement de retourner le bloc de sulfure, c'est-à-dire d'exposer aux rayons cathodiques les surfaces jusqu'alors soustraites à leur flux. On constate alors que l'éclat de ces portions est de $\frac{1}{6,22}$ de bougie, c'est-à-dire que le sulfure a perdu seulement le tiers de son éclat maximum initial.

» 2° En deçà et au delà de cette pression de $19\,\mu$ la plus favorable à l'hyperphosphorescence, les éclats du sulfure croissent et décroissent suivant des fonctions (exponentielles) de la pression, d'autant plus rapides que l'expérience a duré moins longtemps.

» 3° Quand on renverse le sens des décharges, c'est-à-dire quand on soustrait le sulfure aux rayons cathodiques, l'éclat décroît dans le rapport de 27 à 1.

» Nous nous sommes servis, comme ampoule, d'une lampe à incandescence, munie de deux électrodes en aluminium : la cathode, ayant la forme d'un disque plat, était placée en haut de l'ampoule; l'anode, filiforme, était soudée latéralement; l'énergie était fournie par quatre éléments au bichromate à une bobine donnant des étincelles de 6^{cm} de longueur (résistance de l'inducteur : 5687 ohms; de l'induit : $0^{ohm},138$); nous avons mesuré le vide avec la jauge de Mac-Leod et les intensités avec le photomètre de M. Charles Henry. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du gaz iodhydrique et de l'iodure de phosphonium sur le chlorure de thiophosphoryle.* Note de M. A. **Besson**, présentée par M. Troost.

« Le gaz iodhydrique se dissout simplement dans le chlorure de thiophosphoryle $PS\,Cl^3$, si l'on a soin d'opérer au sein d'un mélange réfrigérant de glace et de sel, mais une réaction ne tarde pas à se déclarer pour peu que la température s'élève. Si l'on opère à la température de la glace fondante, le liquide noircit en même temps qu'il se dégage des gaz chlorhydrique et hydrogène sulfuré; au bout d'un certain temps on voit se déposer au sein du liquide de beaux cristaux rouges qui, séparés du liquide noir coloré par de l'iode qui les baigne, ont été identifiés avec le triiodure de phosphore. La réaction peut donc se formuler

$$PS\,Cl^3 + 5\,HI = PI^3 + I^2 + H^2S + 3\,HCl.$$

On voit qu'elle est en tout semblable à celle qu'exerce le gaz iodhydrique sur le chlorure de phosphoryle $PO\,Cl^3$, réaction que j'ai décrite récemment.

» La réaction devient plus complexe si l'on enferme, en tubes scellés, du chlorure $PS\,Cl^3$ saturé de gaz iodhydrique à froid, et le résultat peut être différent suivant la température à laquelle on opère ; dans tous les cas, on voit se déposer, au bout d'un temps plus ou moins long, des cristaux d'iode au sein du liquide devenu noir foncé, et à l'ouverture des tubes il y a dégagement abondant de gaz chlorhydrique mélangé de quantités variables d'hydrogène sulfuré. Le liquide noir est extrait et chauffé au bain-marie dans le vide progressivement jusqu'à 100°, température qu'on maintient jusqu'à ce qu'il ne passe plus rien à la distillation; la partie distillée est constituée par $PS\,Cl^3$, coloré fortement par de l'iode, et renfermant de l'iodure PI^3 qu'on distille. Le résidu solide de la distillation est lavé à plusieurs reprises avec du sulfure de carbone chaud, qui dissout de l'iode et un corps iodé et laisse un corps solide cristallin jaune brun dont la composition, voisine de P^2S^3, est comprise entre P^2S^3 et P^2S^5.

» Deux échantillons provenant de préparations différentes ont donné, en centièmes, des teneurs en soufre de 62,26 et 65,54, alors que P^2S^3 exige 60,76 et P^2S^5 72,07. Ce corps solide, chauffé dans le vide, se sublime entièrement vers 250° ; la partie supérieure du sublimé est jaune et confuse, la partie inférieure jaune clair est nettement cristallisée et se rapproche de P^2S^5 (S pour 100, trouvé 69,72).

» On peut donc admettre qu'on a affaire à un mélange de P^2S^3 et P^2S^5 qui, selon toute vraisemblance, devraient provenir de l'action simultanée de H^2S, premier terme de la réaction, sur PI^3 formé au début et sur $PS\,Cl^3$ en excès. Il était utile de vérifier

que l'hydrogène sulfuré pouvait réagir sur PI^3 dans les limites de températures dans lesquelles le mélange s'était formé; on sait d'ailleurs que H^2S peut réagir sur $PSCl^3$ pour donner P^2S^5.

» Si l'on chauffe en tube scellé du triiodure de phosphore avec une solution d'hydrogène sulfuré dans le tétrachlorure de carbone faite à basse température, on constate que, même après vingt-quatre heures de chauffe à 100°, il ne s'est formé qu'une très petite quantité d'un enduit jaune qui est vraisemblablement du trisulfure P^2S^3, mais la réaction est limitée par la réaction inverse qui est prépondérante à cette température, car si l'on chauffe quelques grammes de P^2S^3 avec une solution de HI dans CCl^4 à 100°, on perçoit nettement la formation de H^2S à l'ouverture des tubes et le sulfure est transformé presque intégralement en iodure; il n'y a pas formation d'iodosulfure. Ces constatations permettent difficilement d'admettre que P^2S^3 proviendrait d'une action subséquente de H^2S sur PI^3, premiers termes de la réaction; nous verrons à propos de l'action de l'iodure de phosphonium sur $PSCl^3$ qu'il convient peut être de lui assigner une autre origine.

» La dissolution sulfocarbonique qui a laissé comme résidu le mélange de P^2S^3 et P^2S^5 est fortement colorée par de l'iode; agitée avec du mercure en excès, elle prend une teinte orangée et par évaporation à froid laisse déposer des cristaux orangés d'un corps dont la composition est très voisine de P^2SI^2 et qu'on doit considérer comme un dérivé sulfuré de P^2I^4 dans lequel 2 atomes d'iode sont remplacés par 1 atome de soufre.

» Il est très difficile d'obtenir ce corps absolument pur, car il ne se forme jamais qu'en petite quantité; il est des circonstances où il ne s'en fait pas du tout; c'est le cas où l'on chauffe les tubes contenant la solution de HI dans $PSCl^3$ à 100°; les conditions qui m'ont semblé les plus favorables consistent à maintenir les tubes scellés pendant quelques jours entre 30° et 40°.

» L'iodosulfure P^2SI^2 est un corps solide, orangé, fondant vers 75° en un liquide jaune orangé; il est très soluble dans le sulfure de carbone. Peu stable sous l'action de la chaleur, il ne se sublime pas dans le vide où chauffé il ne tarde pas à se décomposer avec perte d'iode. Il fume à l'air avec dégagement de H^2S et HI.

» On connaît déjà un iodosulfure de phosphore obtenu par M. Ouvrard (*Comptes rendus,* 1892) en faisant réagir H^2S sur P^2I^4 fondu; mais il est jaune, fond vers 106° et présente la composition $P^4S^3I^2$, ce qui le différencie totalement de celui que je viens de décrire.

» Dans l'espoir d'obtenir plus facilement l'iodosulfure P^2SI^2, j'ai été conduit à es-

sayer de remplacer l'action de 4I sur $PSCl^3$ par celle de PH^4I. Mais pour que ces deux corps réagissent convenablement en tubes scellés, il faut porter la température vers 100° et la maintenir plusieurs heures; ces conditions de température avaient été peu favorables à la production de l'iodosulfure P^2SI^2 et je n'ai pu constater sa formation dans ces nouvelles conditions.

» Lorsque la réaction de PH^4I sur $PSCl^3$ en excès, en tubes scellés à 100°, est achevée, les tubes sont tapissés d'un corps solide jaune bien cristallisé, qui est du trisulfure de phosphore; à l'ouverture des tubes, il y a dégagement d'acide chlorhydrique et d'hydrogène sulfuré. L'excès de liquide qui baigne les cristaux de P^2S^3 est jaune orangé clair; chauffé au bain-marie dans le vide, il passe d'abord $PSCl^3$ incolore, puis peu à peu de l'iode est mis en liberté. Si l'on arrête la distillation quand la production d'iode devient trop abondante, il reste dans le récipient un corps solide mélangé d'un liquide visqueux noir; on sépare par filtration à la trompe le corps solide qui, lavé ensuite au sulfure de carbone, prend l'aspect d'un corps solide, cristallin, jaune, légèrement coloré en brun et répond exactement à la composition P^2S^3. Quant au liquide visqueux noir, il est entièrement soluble dans CCl^4 (dans lequel P^2S^3 est totalement insoluble) et sa solution, agitée avec du mercure, est à peine colorée; cependant, chauffée doucement dans le vide pour chasser le dissolvant, il ne tarde pas à y avoir mise en liberté abondante d'iode et de PI^3 et il ne reste finalement que du trisulfure de phosphore qui ne préexistait certainement pas dans la solution chlorocarbonique.

» Et s'il m'était permis de hasarder une hypothèse, j'admettrais que le liquide épais renferme de l'iodure de thiophosphoryle décomposable sous l'action de la chaleur d'après l'équation $3PSI^3 = P^2S^3 + PI^3 + 6I$. Et la formation de P^2S^3 dans l'action de HI sur $PSCl^3$ s'expliquerait par la formation et la décomposition du même corps dont j'ai été incapable de reconnaître alors l'existence, à cause de la grande quantité d'iode et de triiodure de phosphore préalablement libres. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'hydratation de la pinacoline.* Note de M. **Maurice Delacre**, présentée par M. Friedel.

« La constitution de la pinacoline généralement admise aujourd'hui par les chimistes, et représentée par la formule $(CH^3)^3.C.CO.CH^3$, s'appuie principalement sur des arguments indirects, non basés sur l'étude analytique de ce corps.

» C'est ainsi que Boutlerow a fait agir $(CH^3)^3.C.COCl$ sur $Zn(CH^3)^2$; il a reconnu, à tort ou à raison, l'identité de l'acétone ainsi obtenue avec la pinacoline. C'est ainsi encore que M. Eltekow a soumis le carbure

$$(CH^3)^2.C = C(CH^3)^2$$

à l'action de ClOH et, en traitant par la potasse sèche le produit d'addition, obtenu $C^6H^{12}O$. Rien ne semble plus rationnel que d'attribuer à ce

dernier la constitution $(CH^3)^2.C\underset{\diagdown O \diagup}{-\!\!-}C(CH^3)^2$, assignée par MM. Friedel et Silva à la pinacoline. Or celle-ci ne s'unit pas à l'eau, tandis que le produit de M. Eltekow s'y combine énergiquement pour donner de la pinacone.

» Dans une étude de l'espèce, des arguments de cet ordre peuvent induire facilement en erreur. L'identification de deux liquides volatils aussi voisins que doivent l'être $(CH^3)^3.C.CO.CH^3$ et $(CH^3)^2.C\underset{\diagdown O \diagup}{-\!\!-}C(CH^3)^2$ peut paraître sujette à caution, et, d'autre part, dès que l'on s'adresse à des réactions comme celles de KOH et de ClOH, il est difficile de répondre qu'il n'y a pas de transpositions moléculaires.

» Si l'on oublie les deux synthèses précitées, et que l'on veuille se faire une opinion d'après des arguments déduits des propriétés mêmes de la pinacoline, on trouve dans ce Chapitre de la Chimie organique des lacunes très grandes, telles qu'il est impossible d'arriver à une conclusion claire.

» Cette insuffisance n'a pas empêché la formule symétrique de MM. Friedel et Silva de tomber dans un injuste abandon, et il semble que, au point de vue où nous nous plaçons, la fortune de la formule cétonique doive être attribuée à deux raisons d'un ordre général résultant de notions incomplètes ou mal comprises :

» 1° L'impossibilité d'hydrater la pinacoline;

» 2° Les analogies entre les deux fonctions $(CH^3)^2.C\underset{\diagdown O \diagup}{-\!\!-}C(CH^3)^2$ et $(CH^3)^3.C.CO.CH^3$, entre lesquelles la délimitation n'a jamais été nettement établie; de plus, l'alcool tertiaire dérivé de l'oxyde régénère l'oxyde par oxydation, et se comporte donc en ce sens comme un alcool secondaire.

» Personne ne s'attend à ce que l'on puisse fixer aussi facilement l'eau sur la pinacoline qu'on le ferait sur l'oxyde d'éthylène; on sait, au contraire, que la pinacone se déshydrate avec une facilité bien plus grande que tous les autres bialcools connus. Nous considérerons donc comme également probante l'hydratation indirecte, et, posé dans ce sens, le problème revient à la transformation de la pinacoline en un composé symétrique.

» On arrive facilement au but par sa transformation en bromure $(CH^3)^2.CBr.CBr(CH^3)^2$; on pourrait obtenir aisément avec ce dernier de la pinacone.

» On sait que M. Baeyer a proposé une excellente méthode pour préparer le bromure de la pinacone : il suffit d'ajouter la pinacone à une solution

aqueuse concentrée d'acide bromhydrique; les rendements s'approchent de la théorie.

» L'acide bromhydrique en solution aqueuse très concentrée a également une action énergique sur la pinacoline. Voici un exemple d'opération :

» 125gr de pinacoline sont versés dans une solution aussi concentrée que possible d'acide bromhydrique (580gr) contenu dans un flacon bouché à l'émeri; le mélange s'échauffe, brunit fortement et *devient homogène*. Par une agitation énergique, au bout d'une heure, il se dépose quelques gouttes d'une huile qui devient solide et dont la quantité augmente peu à peu. Après trois jours, on en a recueilli par essorage 27gr. Par la teneur en brome, ce corps répond à la formule $C^6H^{12}Br^2$.

» Dans d'autres opérations le rendement s'est élevé à la moitié du poids de la pinacoline mise en œuvre : cela dépend de l'énergie de la réaction, à savoir de la concentration de l'acide et de la quantité sur laquelle on opère, mais j'ai eu beau prolonger très longtemps le contact et saturer à plusieurs reprises le mélange d'acide, je n'ai pu dépasser cette limite.

» Les rendements n'ont donc pas dépassé 20 pour 100 et cette particularité donne à la réaction une partie de son intérêt. En effet, étant donné que la réaction de M. Baeyer est très énergique, il paraît légitime d'en conclure que la transformation de la pinacone en bromure ne se fait pas par l'intermédiaire de la pinacoline. Cette déduction se trouve confirmée par l'action de HCl sec sur la pinacone qui donne, d'après MM. Friedel et Silva $(CH^3)^2.C(OH).CCl(CH^3)^2$.

» Si elle est fondée, les bromures de pinacone et de pinacoline seront bien des dérivés directs de ces deux corps, à moins que l'on ne veuille admettre la transformation de la pinacoline en pinacone, fait qui nous semble peu admissible, mais qui prouverait la thèse que nous défendons.

» Or, rien n'est plus facile à démontrer que l'identité des bromures de pinacone et de pinacoline.

» D'abord je les ai soumis parallèlement à l'action de la potasse alcoolique, d'après M. Couturier. L'opération a été exécutée sur 10gr; j'ai obtenu les mêmes rendements en un carbure bouillant, avec une rare netteté, entre 70° et 75°, et qui, dosé par le brome et l'hyposulfite en présence d'iodure de potassium, s'est comporté comme un carbure éthylénique.

» J'ai réduit ensuite par le zinc et l'acide acétique, d'après les données de M. Baeyer, 40gr de chacun des deux bromures ; dans l'un et l'autre cas, les rendements en tétraméthyléthylène ont été identiques.

» De plus, le bromure de pinacoline, traité par la potasse alcoolique en tube scellé (d'après la réaction de M. Favorski que j'ai eu soin de répéter),

n'a pas donné la *moindre trace* de carbure acétylénique et, soumis à l'action de l'hydroxylamine dans les conditions indiquées dans le travail de M. Couturier, ne m'a donné qu'un produit huileux dont il m'a été impossible d'isoler l'oxime.

» Les bromures de pinacone et de pinacoline sont donc tous deux symétriques et, bien que ce fait ne résolve pas la constitution de la pinacoline, j'estime qu'il est pour cette étude d'importance primordiale.

» Je suis tenté de croire, en effet, que les autres produits de l'action de HBr sont également du type symétrique. Je n'y ai trouvé que du bipropényle, de très petites quantités de pinacoline ou d'un isomère (hydratation de cet hydrocarbure), et des produits résineux dont je n'ai pu faire l'étude, mais que je soupçonne être des produits de polymérisation de l'hydrocarbure qui vient d'être cité.

» Ce qui me semble confirmer cette opinion, c'est que si l'on choisit un acide halogéné plus stable, se comportant plutôt comme agent de déshydratation que d'éthérification, la quantité de produit halogéné diminue. Avec la pinacone et l'acide chlorhydrique, les rendements sont approximativement ceux de l'action de HBr sur la pinacoline. Quant à la pinacoline, elle se dissout simplement dans HCl en brunissant fortement, mais sans donner lieu à aucun dépôt; en opérant en petit, il se fait un léger dépôt après un temps très long.

» Je continue l'étude de ces réactions et j'ai lieu d'espérer que l'acide iodhydrique me conduira à d'avantageux résultats.

» En tous cas, l'hydratation de la pinacoline est un fait acquis. Qu'elle soit ou non le résultat d'une transposition moléculaire, c'est ce qu'il ne m'appartient pas de décider actuellement; mais le résultat final est là, le reste est affaire d'interprétation. Cependant il n'est pas sans intérêt de remarquer que si l'on veut conserver à la pinacoline la formule cétonique, il faut admettre que $(CH^3)^2.C - C(CH^3)^2$ se transforme en $(CH^3)^3.C.CO.CH^3$

$$\underset{\diagdown\,\diagup}{}\atop O$$

par l'action de l'acide sulfurique (préparation de la pinacoline), et que l'acétone revient au type symétrique sous l'influence de l'acide bromhydrique. Il est bien difficile de souscrire à une semblable interprétation [1]. »

---

[1] Université de Gand, laboratoire de recherches.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouveau mode de préparation de l'acide glycérique*. Note de M. P. Cazeneuve, présentée par M. Friedel.

« L'acide glycérique a été préparé jusqu'à présent en faisant réagir, avec quelques précautions, l'acide azotique fumant sur la glycérine. On sépare l'acide glycérique à l'état de glycérate de calcium (Debus) ou de glycérate de plomb (Beilstein, Mulder); la décomposition de ces sels donne ensuite l'acide libre.

» Nous venons de reconnaître que la glycérine, en présence de la soude et du chlorure d'argent, donne à chaud de l'acide glycérique avec formation d'argent métallique et de chlorure de sodium ([1]), et cela sans production simultanée de composés aldéhydiques.

» Voici les proportions qui nous ont donné les meilleurs résultats :

» On prend 170gr d'azotate d'argent qu'on transforme en chlorure : on obtient ainsi 143gr,5 de chlorure argentique. On dissout 46gr de glycérine pure dans une solution aqueuse sodique renfermant 80gr de soude pour 500gr d'eau distillée.

» Déjà à froid on constate un commencement de réaction, mais qui reste inachevé, même à la lumière. A l'ébullition, le chlorure d'argent devient promptement noir, puis gris. Il se forme successivement de l'oxyde d'argent, puis de l'argent métallique finement divisé. On obtient par filtration un liquide parfaitement incolore, renfermant du glycérate de sodium, du chlorure de sodium, et l'excès de glycérine. On évapore au bain-marie à consistance sirupeuse. On triture la masse refroidie avec 120gr de bisulfate de potassium. On l'épuise alors par de l'acétone bien exempte d'eau. L'acétone est distillée dans le vide pour éviter la décomposition des chlorures par l'acide glycérique. Le résidu est repris à nouveau par l'acétone pure et bien desséchée. On évapore encore dans le vide. La reprise une troisième fois, par l'acétone pure, donne de l'acide glycérique à peine coloré en jaune et renfermant une trace de chlorure dont il est difficile de le débarrasser, à moins de passer par le glycérate de calcium ou le glycérate de plomb.

» L'emploi de l'acétone pure permet de séparer l'acide glycérique de la glycérine, qui est complètement insoluble dans ce dissolvant.

» La réaction s'accomplit suivant l'équation

$$C^3H^8O^3 + 4\,AgCl + 4\,NaOH = C^3H^6O^4 + 4\,Ag + 4\,NaCl + 3\,H^2O.$$

([1]) A l'Hôtel des Monnaies, à Paris, on utilise depuis longtemps cette action décomposante de la glycérine sur le chlorure d'argent en présence de la soude, pour régénérer l'argent métallique propre à un nouvel usage.

» En fait, cette proportion théorique de soude est insuffisante, de même qu'il est nécessaire d'opérer en présence d'un excès de glycérine, sinon le chlorure d'argent est incomplètement réduit. Les proportions, d'ailleurs, que nous avons indiquées plus haut, comportent un excès de soude et de glycérine.

» Il ne se forme pas de composés aldéhydiques, quelles que soient les conditions de chauffe. Nous les avons en vain recherchés à plusieurs reprises.

» Nous regardons ce mode d'oxydation, par le chlorure d'argent en présence des alcalis, comme intéressant à essayer sur les corps organiques.

» Le procédé n'est d'ailleurs pas dispendieux, en raison de l'utilisation indéfinie de l'argent métallique engendré dans la réaction. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chlorure d'éthyloxalyle sur les hydrocarbures aromatiques en présence du chlorure d'aluminium.* Note de M. L. **Bouveault**, présentée par M. Friedel.

« En faisant réagir le chlorure d'éthyloxalyle sur le benzène, dans les conditions indiquées dans une précédente Note, on obtient sans difficulté le phénylglyoxylate d'éthyle; cet éther, déjà décrit par plusieurs auteurs, distille à 141° sous 10^{mm}.

» Le toluène se combine au même réactif en donnant naissance au *p*-crésylglyoxylate d'éthyle, facile à transformer en acide *p*-crésylglyoxylique. Contrairement à l'opinion de Roser, ce dernier constitue une substance très stable, distillant sans altération à 164° sous 10^{mm}, et cristallisant en beaux cristaux, peu solubles dans l'eau et fusibles à 97°.

» La distillation à la pression ordinaire le décompose intégralement en un mélange d'aldéhyde et d'acide paratoluiques.

» On obtient, avec le métaxylène, le *m*-xylylglyoxylate d'éthyle qui distille sans altération à 165° sous 10^{mm}; cet éther se prend par refroidissement en une masse de cristaux fusibles à 56°, en se décomposant partiellement. L'acide correspondant distille à 170° sous 10^{mm}; il fond à 60°; sa constitution

CH^3 (en haut du noyau benzénique), CH^3 (à droite), $CO.CO^2H$ (en bas)

est établie par sa transformation en acide *m*-xylylcarbonique fusible à 125°.

» Le *p*-isopropyltoluène (cymène) fournit, mais avec un moins bon rendement, le cymylglyoxylate d'éthyle

CH^3 — (noyau benzénique) — $CO - CO^2C^2H^5$ — C^3H^7 ou CH^3 — (noyau benzénique) — $CO.CO^2C^2H^5$ — C^3H^7,

liquide incolore fusible à 180°.

» Le rendement assez faible obtenu dans cette opération est dû à l'existence d'une réaction secondaire assez curieuse.

» En rectifiant avec soin le cymène récupéré après la réaction, j'ai obtenu un liquide incolore bouillant à 97° sous 10^{mm} et à 205° à la pression ordinaire, possédant l'odeur du cymène. Ce liquide n'est autre qu'un éthylcymène

CH^3 — (noyau benzénique) — C^2H^5 — C^3H^7 ou CH^3 — (noyau benzénique) — C^2H^5 — C^3H^7.

» Je suppose (¹) que l'acide chlorhydrique, qui se dégage dans la réaction, saponifie partiellement le chloroxalate d'éthyle en donnant du chlorure d'éthyle qui réagit alors à l'état naissant. Ce qu'il y a de singulier, c'est qu'on n'avait pas pu obtenir d'éthylcymène par l'action du bromure d'éthyle sur le cymène en présence du chlorure d'aluminium.

» L'acide cymylglyoxylique, obtenu par saponification de son éther, constitue un liquide visqueux qui, à la distillation à la pression ordinaire, se décompose en aldéhyde et en acide cymylcarbonique sur lesquels je reviendrai plus tard, et en une huile jaune clair, bouillant à 220° sous 10^{mm} et qui possède la composition de la cymophénone $C^{10}H^{13} - CO - C^{10}H^{13}$; elle provient sans doute de la décomposition pyrogénée de l'acide cymylcarbonique.

» L'anisol réagit dans d'excellentes conditions sur le chlorure d'éthyl-

---

(¹) MM. Friedel et Crafts ont, en effet, signalé la production d'éthylbenzène dans l'action sur le benzène d'éthers éthyliques chlorés en présence du chlorure d'aluminium.

oxalyle; l'anisoylcarbonate d'éthyle constitue une huile d'un jaune clair, à odeur anisée, mais désagréable, bouillant à 183° sous 10^{mm}.

» L'acide anisoylcarbonique, déjà obtenu par oxydation de l'anéthol, forme de belles aiguilles incolores, très peu solubles dans l'eau, fusibles à 93°. Sa décomposition par distillation ne fournit que très peu d'aldéhyde anisique, mais principalement de l'acide.

» Le vératrol se transforme aisément en éther vératroylcarbonique; ce dérivé n'a pas été isolé, mais transformé directement en acide vératroylcarbonique $C^6H^3(OCH^3)^2COCO^2H$. Ce dernier, déjà obtenu dans l'oxydation du méthylisoeugénol, forme de petits cristaux incolores, fusibles à 135°-136°; il est assez soluble dans l'eau et très soluble dans les dissolvants organiques.

» Cet acide n'avait pas encore été obtenu par synthèse totale. La distillation dans le vide le transforme presque exclusivement en acide vératrique. Il se fait seulement une très petite quantité d'aldéhyde vératrique ou méthylvanilline. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouveaux dérivés des éthers cyanacétiques*. Note de M. **Guinchant**, présentée par M. Friedel.

« M. Haller et ses élèves ont obtenu un grand nombre de dérivés acylcyanacétiques, en faisant réagir un chlorure d'acide sur un mélange de cyanacétate alcoolique et d'alcoolate de sodium.

» La réaction ne se passe qu'entre 1 molécule de chlorure acide et 2 molécules de cyanacétate sodé, ce que M. Haller explique par l'action secondaire de l'acylcyanacétate formé sur le cyanacétate sodé :

$$\begin{array}{l} CO^2R \quad\;\; COR \\ \,| \qquad\qquad\;\; | \\ CH\boxed{Na + Cl} \end{array} = NaCl + \begin{array}{l} CO^2R \\ \,| \\ CH - COR, \\ \,| \\ CAz \end{array}$$
$$\begin{array}{l} \\ \,| \\ CAz \end{array}$$

$$\begin{array}{l} CO^2R \\ \,| \\ CHNa \\ \,| \\ CAz \end{array} + \begin{array}{l} CO^2R \\ \,| \\ CH - COR \\ \,| \\ CAz \end{array} = \begin{array}{l} CO^2R \\ \,| \\ CH^2 \\ \,| \\ CAz \end{array} + \begin{array}{l} CO^2R \\ \,| \\ CNa - COR. \\ \,| \\ CAz \end{array}$$

» Ayant eu à préparer, sur l'instigation de M. Haller, un certain nombre de ces dérivés, j'ai cherché à éviter la perte de 50 pour 100 de cyanacétate en versant le cyanacétate sodé dans le chlorure d'acide en quantité équi-

valente, de façon que l'acylcyanacétate, qui prend naissance, se trouve toujours en présence d'un excès de chlorure acide. Il devenait alors indispensable d'éviter la présence de l'alcool, qui aurait réagi inutilement sur une partie du chlorure acide, et, par suite, d'employer le cyanacétate sodé à l'état solide. Mais, en opérant dans ces conditions, je n'ai obtenu qu'un rendement très faible en acylcyanacétate et j'ai obtenu, au contraire, avec un rendement de 50 pour 100, des corps nouveaux qui font le sujet de cette Note.

» Le cyanacétate de méthyle sodé a été préparé par la méthode qui a fourni à M. Henry les alcoylcyanacétates en dissolvant 1 atome de sodium en fil dans 1 molécule de cyanacétate de méthyle dilué de quatre fois son volume d'éther anhydre. Quand il ne se dégage plus d'hydrogène, la bouillie de cyanacétate sodé est versée par petites fractions et en agitant sous un robinet d'eau froide, dans 1 molécule de chlorure d'acétyle étendue de cinq à six fois son volume d'éther anhydre. Après la réaction, on épuise par une solution aqueuse d'acétate de cuivre qui précipite sous forme de sel de cuivre l'acétylcyanacétate formé; la solution éthérée est desséchée sur $CaCl^2$ et abandonnée à l'évaporation. Il se dépose bientôt de beaux cristaux très solubles dans l'alcool, peu solubles dans l'éther privé d'alcool, solubles dans l'eau chaude; ce corps ne donne pas la coloration rouge des dicétones avec $FeCl^3$, mais donne, comme les tricétones et les éthers isonitrosés, une coloration jaune en présence d'une trace d'alcali ou d'un sel basique. Les analyses concordent avec celles d'un corps dont la molécule serait la somme d'une molécule d'acétylcyanacétate et d'une molécule de cyanacétate de méthyle $C^{10}H^{12}O^5Az^2 = C^6H^7O^3Az, C^4H^5O^2Az$.

» Cette combinaison équimoléculaire aurait pour poids moléculaire 240. Or une détermination cryoscopique dans l'acide acétique a donné :

Pour C............	0°,26	M............	244
C............	0°,36	M............	237

» J'appellerai provisoirement ce corps *acétylbicyanacétate de méthyle*. Il fond à 101°.

» Une basicité peut être titrée nettement à la phénolphtaléine en solution alcoolique; cependant la fonction acide est très faible car le composé n'a pas d'action sur les carbonates.

» En solution dans l'eau ou dans l'alcool, il donne, avec une trace d'alcali, une belle coloration jaune d'or; cette coloration est d'ailleurs très instable et disparaît au bout de quelques heures à froid, immédiatement

si l'on chauffe. La solution alcoolique, neutralisée à la phénolphtaléine par la potasse en solution aqueuse, laisse déposer rapidement au bain-marie le sel de potasse d'un nouvel acide fondant à 240°.

» *Acétylbicyanacétate d'éthyle.* — Le cyanacétate d'éthyle sodé et le chlorure d'acétyle ont donné de même un composé cristallisé présentant les mêmes réactions caractéristiques et répondant également, par l'analyse, à l'addition d'une molécule d'acétylcyanacétate d'éthyle et d'une molécule de cyanacétate d'éthyle $C^7H^9O^3Az$, $C^5H^7O^2Az$. Je l'appellerai de même *acétylbicyanacétate d'éthyle*. Il fond à 83°. Une basicité peut être titrée à la phénolphtaléine en solution alcoolique, et avec la potasse la solution laisse déposer au bout d'un certain temps un nouveau sel de potassium.

» L'acétylbicyanacétate d'éthyle est plus soluble dans l'éther et moins soluble dans l'eau que son homologue inférieur; il est également très soluble dans l'alcool et se dépose, dans ce dissolvant, en larges tables clinorhombiques à six pans. Les faces observées sont : p (très développée), m et a_1.

$$pm\ldots\ 96°30', \qquad mm\ldots\ 122°45', \qquad pa_1\ldots\ 49°20'.$$

» *Constitution.* — M. Claisen [1], dans la synthèse de l'éther acétylpyruvique au moyen de l'acétone, de l'oxalate d'éthyle et du sodium, signale la formation en quantité notable d'une combinaison moléculaire qu'il considère comme résultant de l'union d'une molécule d'éther acétylpyruvique à une molécule d'acide acétylpyruvique. Il explique la formation de ce corps par une aldolisation entre ces deux molécules et lui attribue la formule

$$\begin{array}{l} CH^3-CO-CH^2-\underset{\displaystyle CO^2H}{\underset{|}{C}}(OH)-\underset{\displaystyle CO-CO^2C^2H^5}{\underset{|}{CH}}-CO-CH^3 \end{array};$$

ce composé présente les plus grandes analogies avec ceux que je viens de signaler (coloration jaune instable avec les alcalis, condensation par les bases avec perte d'eau). En adoptant la même interprétation, je considérerai ces éthers acétylbicyanacétiques comme résultant d'une aldolisation entre l'oxygène cétonique de l'acétylcyanacétate et l'hydrogène acide du cyanacétate

$$CAz-\underset{\displaystyle CO^2R}{\underset{|}{CH}}-\underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}}=O + H-\underset{\displaystyle CO^2R}{\underset{|}{CH}}-CAz = CAz-\underset{\displaystyle CO^2R}{\underset{|}{CH}}-\underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}}(OH)-\underset{\displaystyle CO^2R}{\underset{|}{CH}}-CAz.$$

---

[1] Claisen, *Ber.*, t. XXII, p. 3271; 1889.

On est amené à la même formule, si l'on admet que l'éther acétylcyanacétique peut exister sous la forme énolique,

$$\begin{array}{l} C(OH)=C-CAz \\ \;| \qquad\qquad\; | \\ CH^3 \qquad\; CO^2R \end{array};$$

il doit alors se comporter vis-à-vis de l'éther cyanacétique sodé comme les éthers cinnamique, fumarique, etc. vis-à-vis du malonate d'éthyle sodé (1) et du cyanacétate d'éthyle sodé (2).

» J'admettrai donc cette formule pour représenter la constitution des corps nouveaux que j'ai décrits, jusqu'à ce qu'une étude plus complète des conditions nécessaires à leur formation et des produits de leur dédoublement m'ait permis d'établir leur formule sur des faits plus précis (3). »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Étude physiologique des Cyclamens de Perse.* Note de MM. **Alex. Hébert** et **G. Truffaut**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« Les Cyclamens de Perse appartiennent à la famille des Primulacées; ce sont des plantes bisannuelles et leur bulbe est une tige modifiée. A l'état naturel, elles emmagasinent dans ces bulbes, pendant la première année, des matériaux de réserve qui ne sont utilisés que la seconde année, au printemps, au moment de la formation des fleurs, puis des fruits.

» Sous l'influence d'une sélection méthodique et d'une culture soignée, on parvient à faire fleurir ces végétaux sans leur donner de repos, et, dans ce cas, les fleurs apparaissent à l'automne dès la première année. Les Cyclamens produits par l'Horticulture proviennent de semis repiqués en serre tempérée en terrines, puis en petits pots, et cultivés à froid, sous châssis, dans des terres artificielles; pour les belles espèces, on emploie principalement pour ce dernier usage un mélange de terreau de feuilles et de terre siliceuse, et l'on pratique quelques arrosages avec de la bouse de vache très diluée.

» Les Cyclamens font partie de nos plus belles plantes d'ornement; ils

---

(1) Michael, *Amer. Chem. Journ.*, t. IX, p. 112; 1887, et Auwers, *Ber.*, t. XXIV, 2, p. 2887; 1891.

(2) Muller, *Ann. Ch. et Phys.*, [7], t. I, p. 537; 1894.

(3) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Haller, à l'Institut chimique de Nancy.

sont recherchés spécialement pour l'éclat de leurs fleurs et c'est à la production intensive de ces dernières que vise l'horticulteur.

» L'un de nous ayant déjà réussi à modifier très heureusement la culture des Azalées par l'emploi de matières fertilisantes, il était naturel d'espérer qu'on obtiendrait de même une floraison abondante des Cyclamens, en opérant dans des sols plus riches et avec des engrais plus abondants qu'on ne le fait d'ordinaire.

» Dans cet ordre d'idées, nous avons effectué des essais en employant comme sol un mélange contenant $\frac{1}{3}$ de terreau de couches et $\frac{2}{3}$ d'un compost phosphaté très fertile; en outre, pendant leur période végétative, les Cyclamens cultivés dans ce milieu recevaient une fois par semaine de l'engrais humain dilué.

» Les engrais ont provoqué une augmentation considérable du poids de matière végétale élaborée; les plantes obtenues avaient un poids presque double de celui des plantes ordinaires, ainsi que le montrent les chiffres suivants :

	A l'état normal.	A l'état sec.
Poids des Cyclamens cultivés en sol pauvre (moyenne de seize plants)	$92^{gr},42$	$8^{gr},82$
Poids des Cyclamens cultivés en sol riche (moyenne de soixante plants)	$169^{gr},98$	$16^{gr},65$

» Nous avons recherché si ce résultat correspondait à une différence de composition chimique des végétaux en expérience et nous y avons dosé les principaux éléments.

	Matière sèche pour 100 dans les divers organes. — Cyclamens. — Sol		Azote pour 100 dans les divers organes. — Cyclamens. — Sol		Cendres pour 100 dans les divers organes. — Cyclamens. — Sol	
	pauvre.	riche.	pauvre.	riche.	pauvre.	riche.
Fleurs.....	10,6	12,0	0,209	0,278	0,996	1,338
Feuilles....	9,9	9,0	0,340	0,265	0,651	0,818
Tiges......	7,5	7,5	0,141	0,123	1,216	1,587
Bulbes....	11,3	14,4	0,153	0,112	1,730	0,996

» Pour la composition centésimale et totale d'une plante entière, on trouve :

	Composition centésimale. — Cyclamens. — Sol pauvre.	Composition centésimale. — Cyclamens. — Sol riche.	Composition totale. — Cyclamens. — Sol pauvre.	Composition totale. — Cyclamens. — Sol riche.
Poids total	100,00	100,00	92,42	169,98
Matière sèche	9,54	9,80	8,82	16,65
Azote	0,199	0,172	0,184	0,292
Cendres	1,196	1,176	1,106	1,995
Silice	0,205	0,275	0,190	0,467
Chlore	0,095	0,122	0,088	0,208
Acide sulfurique	0,085	0,094	0,079	0,159
Acide phosphorique	0,0026	0,0021	0,0024	0,0037
Oxyde de fer et alumine	0,126	0,119	0,117	0,201
Chaux	0,052	0,051	0,048	0,087
Magnésie	0,045	0,029	0,042	0,050
Potasse	0,278	0,331	0,257	0,562
Soude	0,153	0,105	0,141	0,179

» On ne constate pas de différences essentielles dans la composition des différents organes, ni dans la quantité relative des divers éléments. Dans les deux cas, les Cyclamens sont remarquables par leur pauvreté extrême en acide phosphorique et par leur abondance relative en soude.

» Mais, si les engrais ont produit sur ces plantes leur effet ordinaire d'augmentation du poids de matière végétale élaborée, on remarque que cet accroissement porte uniquement sur les feuilles et que le poids et le nombre des fleurs se trouve diminués proportionnellement, ainsi qu'on peut s'en rendre compte par le Tableau ci-dessous, qui donne la quantité des divers organes dans les Cyclamens cultivés en terrain pauvre et en terrain riche :

	Sol pauvre.	Sol riche.
Fleurs	7,64 p. 100	1,96 p. 100
Feuilles	24,54 »	34,32 »
Tiges	42,87 »	39,22 »
Bulbes et racines	24,95 »	24,50 »

» En résumé, on voit que les méthodes habituellement employées dans la grande culture ne conviennent plus toujours quand il s'agit de la production des fleurs. Si la distribution de matières fertilisantes détermine bien toujours une production abondante de matière végétale, cette production porte, dans le cas que nous avons étudié, sur les feuilles et non sur les fleurs et, par suite, est contraire aux intérêts de l'horticulteur. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur une nouvelle oxydase, ou ferment soluble oxydant, d'origine végétale.* Note de M. G. **Bertrand**, présentée par M. Duclaux.

« On sait avec quelle rapidité le suc de racines de Betterave se colore en rouge, puis en noir au contact de l'air, et qu'il en est de même pour d'autres sucs végétaux, comme ceux des tubercules de Dahlia ou de Pomme de Terre, du *Russula nigricans* Bull., etc. Ces colorations sont dues à l'oxydation de la tyrosine sous l'influence d'un ferment soluble.

» Or, si l'on compare la rapidité de cette oxydation avec la formule de constitution de la tyrosine

$$\begin{array}{ccccc} & \mathrm{C} - \mathrm{CH^2} - \mathrm{CH}\!\!\begin{array}{l}\diagup \mathrm{COOH} \\ \diagdown \mathrm{AzH^2}\end{array} & & & \\ \mathrm{CH}\diagup & & \diagdown\mathrm{CH} & & \\ | & & | & & \\ \mathrm{CH}\diagdown & & \diagup\mathrm{CH} & & \\ & \mathrm{COH} & & & \end{array}$$

et les remarques que j'ai faites antérieurement sur l'oxydabilité des corps organiques par la laccase (1), il paraîtra peu vraisemblable qu'on ait affaire ici à une intervention de ce ferment soluble. La tyrosine, en effet, ne rentre pas dans la catégorie des corps nettement oxydables par la laccase : elle ne renferme qu'un seul oxyhydrile phénolique et, si elle possède en outre un groupement AzH^2, c'est dans sa chaîne latérale et non dans son noyau. L'expérience confirme cette supposition : la tyrosine résiste indéfiniment à l'oxygène gazeux, même en présence d'une forte proportion de laccase (même 10 pour 100 de la solution).

» Il devenait ainsi très probable que dans les sucs noircissants la tyrosine était accompagnée par une oxydase particulière. J'ai pu mettre celle-ci

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 1132.

en évidence et je l'appelle *tyrosinase*. Elle existe non seulement chez le Dahlia, la Betterave, etc., mais encore chez plusieurs Champignons dépourvus de tyrosine. C'est même à cette dernière circonstance que j'ai dû de pouvoir terminer mes études.

» La tyrosinase est effectivement très instable; quand on la précipite du suc de Betterave ou de Dahlia par addition d'alcool, elle est déjà si atténuée que, le plus souvent, l'eau dans laquelle on fait macérer le précipité n'acquiert presque pas d'action sur la tyrosine. Certains Champignons, au contraire, fournissent aisément un liquide très actif : tels sont la plupart des Russules. On peut, soit utiliser le suc de ces Champignons, aussitôt après la récolte, soit les conserver pour des expériences plus tardives. Dans ce dernier cas, on les divise en tranches minces qu'on fait sécher dans le vide. Au moment du besoin, on fait macérer le résidu sec dans un peu d'eau froide et l'on filtre après quelque temps.

» Si les racines de Dahlia ne donnent, comme celles de la Betterave, qu'un ferment peu actif, par contre elles fournissent facilement de la tyrosine. Pour cela on verse dans le suc, aussitôt après son extraction, un quart de son volume d'alcool. Le précipité floconneux qui se dépose contient la nouvelle oxydase; on le recueille le plus rapidement possible, et le liquide est abandonné dans des flacons pleins, pour laisser déposer l'inuline. Les eaux-mères de celle-ci sont ensuite concentrées par distillation dans le vide et la tyrosine cristallise. On peut la reconnaître à l'ensemble de ses propriétés physiques et chimiques, aux réactions d'Hoffmann et de Piria, à sa composition élémentaire :

	1.	2.	Calculé pour $C^9H^{11}AzO^3$.
Carbone	59,30	»	59,66
Hydrogène	6,15	»	6,07
Azote	»	7,69	7,77

» La tyrosine peut encore s'extraire avantageusement de la Russule noircissante, en suivant les indications que j'ai données antérieurement, dans mes recherches avec M. Bourquelot, sur la coloration de certains Champignons au contact de l'air [1]. J'ai reconnu, depuis, que le chromogène de cette Russule est de la tyrosine.

» Voici maintenant les expériences qui établissent : 1° que le noircissement de la tyrosine est dû à une oxydase et 2° que cette oxydase diffère de celle de l'arbre à laque.

» Quand on verse un peu de macération de Russule, *faite à froid*, dans

---

[1] *Journal de Pharmacie et de Chimie* (1896), 6e série, t. III, p. 117. Pour la tyrosine de la Betterave, voir LIPPMANN, *Berichte d. d. Gesel.* (1884), p. 2835.

une solution de tyrosine, le mélange se colore successivement en rouge, puis en noir, et laisse finalement déposer un précipité amorphe de même couleur. Avec un dispositif convenable on constate en même temps une absorption d'oxygène. Sous une cloche reposant sur le mercure, le mélange se colore faiblement en rose au début de l'expérience, parce qu'il est impossible d'éliminer toute trace d'oxygène, mais il reste ensuite dans cet état, quelle que soit la durée de l'observation. Avec une macération *bouillie* de Russule, la tyrosine ne prend jamais de coloration.

» On peut répéter ces premières expériences, soit avec du suc de Betterave cuite, soit avec de la tyrosine animale (de la corne) ou végétale (du Dahlia, de la Russule noircissante), ou bien en se servant de l'oxydase retirée de la Betterave ou du Dahlia; les résultats sont les mêmes.

» Il reste à montrer qu'on a réellement affaire à une nouvelle oxydase et non à un mélange de laccase avec une autre substance, diastasique ou non, capable de déterminer une altération de la tyrosine que la laccase seule ne pourrait produire.

» On a déjà vu que la laccase seule n'a pas d'action sur la tyrosine; elle n'en a pas davantage si on l'additionne de suc bouilli de Russule. Le nouveau facteur est donc de nature diastasique et, s'il intervient concurremment avec la laccase, il doit en précéder l'action. L'expérience suivante montre que ce facteur agit seul, qu'on a bien affaire à une oxydase particulière indépendante de la laccase.

» On aspire dans un ballon à robinet parfaitement vide, et par conséquent exempt d'oxygène, une certaine quantité de macération de Russule, puis de la tyrosine. Après avoir abandonné le tout à lui-même pendant vingt-quatre heures, on chauffe cinq minutes à $+100^\circ$ pour détruire toute action diastasique, et l'on ouvre le robinet. L'air rentre, mais la tyrosine reste inaltérée, même si l'on ajoute de la laccase ordinaire. Le noircissement de la tyrosine n'est donc pas dû à l'action successive de deux ferments solubles, mais seulement à la tyrosinase.

» Indépendamment de leur intérêt spécial, ces expériences montrent que la laccase n'est pas le seul ferment soluble oxydant qui existe chez les végétaux, mais qu'elle doit être regardée, au contraire, comme le type d'une série de substances analogues. C'est à cause de cela que j'ai adopté le nom générique d'*oxydase* pour désigner ces substances (¹). »

(¹) Travail du Laboratoire de Chimie organique du Muséum.

ZOOLOGIE. — *Sur les poches buccales et les poches œsophagiennes des Prosobranches*. Note de M. **Alexandre Amaudrut**, présentée par M. Edmond Perrier.

« *Poches buccales.* — Les poches buccales existent chez tous les Diotocardes et occupent la même position que chez l'Haliotide. Elles font partie du plafond de la cavité buccale, sont placées de chaque côté de la ligne médiane, au-dessus de la partie libre de la radule. On peut les considérer comme des évaginations de la partie antérieure de deux bourrelets latéraux supérieurs de l'œsophage. Chaque poche présente, en général, deux parties, placées à la suite l'une de l'autre; la partie antérieure plus petite reçoit le canal excréteur de la glande salivaire correspondante.

» *Poches œsophagiennes.* — *Diotocardes.* — Les poches œsophagiennes existent également chez tous les Diotocardes. Elles s'étendent plus ou moins loin en arrière et commencent toujours immédiatement en arrière des poches buccales. Dans les formes primitives (Patelle, Parmophore), leur cavité communique avec la cavité œsophagienne par deux fentes limitées par quatre bourrelets, deux supérieurs et deux inférieurs, qui prennent naissance en arrière des poches buccales, au point où le plancher œsophagien se continue avec les parois du bulbe.

» Les deux bourrelets supérieurs sont toujours libres entre eux et s'étendent jusqu'à la partie postérieure des poches œsophagiennes; ordinairement, le bourrelet droit est plus fort que le gauche et se prolonge un peu plus loin en arrière. En avant, ils occupent le plafond œsophagien, mais, par suite d'un mouvement de torsion de 180° à gauche, ils se trouvent occuper en arrière la face inférieure des poches, le droit étant placé à gauche et le gauche à droite. Les deux bourrelets inférieurs se rapprochent en arrière du bulbe et se prolongent jusqu'à la partie postérieure des poches en conservant leur indépendance (Patelle, Parmophore), ou bien se réunissent en un gros bourrelet médian (Haliotide, Fissurelle, Turbo, Troque) qui se continue jusqu'à la partie postérieure des poches (Haliotide, Fissurelle, Turbo, non Troques). Dans ce cas des replis obliques dans deux directions indiquent la dualité de ce bourrelet médian. Le nerf de la chiastoneurie passe toujours de droite à gauche sur la partie antérieure des poches, et l'artère de gauche à droite sur la partie postérieure de celles-ci. Chez les formes primitives, à poches allongées, le nerf et l'artère sont éloignés, la torsion s'est produite sur une certaine longueur.

» Chez les Nérites, les Navicelles, la partie postérieure des poches ne dépasse guère le bulbe, la torsion s'est produite sur une longueur très faible; aussi trouve-t-on en arrière du bulbe, et tordus ensemble de droite à gauche : l'œsophage, le nerf de la chiastoneurie et l'aorte (glande de Bergh et Haller). L'aorte située à gauche passe sur l'œsophage en arrière du bulbe, aborde la gaine radulaire par sa face supérieure et

de même que chez des *Patelles* et Haliotides l'entoure complètement; le sang pénètre dans le bulbe avec la gaine, par l'espace laissé entre celle-ci et les parois de l'aorte qui se raccordent avec les parois du bulbe. Dans les Cyclophores l'aorte aborde la gaine par sa partie terminale repliée. Dans les Janthines, la disposition est la même avec cette différence que la gaine n'est pas repliée. Chez les Porcelanées l'aorte est déjà indépendante de la gaine et aborde le bulbe par sa face inférieure, en avant de la gaine.

» *Monotocardes à mufle contractile et non rétractile.* — Dans les formes considérées comme les plus anciennes (Cyclophore, Ampullaire, Lanistes), les poches œsophagiennes sont représentées avec tous leurs caractères et leurs rapports. Dans la Paludine vivipare, elles sont remplacées par deux séries de boursouflures blanchâtres, glandulaires, qui s'étendent assez loin en arrière et sont séparées par une ligne sombre, dirigée d'avant en arrière et de droite à gauche. Dans l'intérieur de l'œsophage existent les deux bourrelets supérieurs qui disparaissent au niveau des dernières boursouflures. Dans les genres Cyclostome, Mélanie, Cérithe, Bithynie, la partie antérieure de l'œsophage présente une dilatation dans l'intérieur de laquelle se prolongent également les deux bourrelets supérieurs.

» *Mollusques à trompe.* — Supposons que l'allongement du mufle contractile des Rostrifères, d'où résulte la trompe des Proboscidifères, ait commencé à se produire chez des formes ayant de grandes poches œsophagiennes, la partie principale, postérieure, dilatée des poches ne pourra pénétrer dans le muffle allongé et rétréci, elle restera en place, conservant ses relations avec le nerf de la chiastoneurie et l'aorte, tandis que le bulbe et la portion antérieure des poches subiront un étirement d'autant plus considérable que la trompe aura pris plus d'importance.

» *Trompe akrembolique.* — Ici la trompe est relativement courte et nous devons nous attendre à trouver un état intermédiaire entre les diotocardes et les mollusques à trompe pleurembolique. Dans les Cypræa, la portion œsophagienne comprise entre le bulbe et le jabot est courte et large; elle est rectiligne quand la trompe est évaginée et coudée sous le bulbe pendant l'invagination. Elle contient les quatre bourrelets précités, dont deux supérieurs se continuent jusqu'à la partie postérieure du jabot, tandis que les deux inférieurs sont très courts, en raison de la fusion qu'éprouvent inférieurement les poches externes transformées en un jabot que la torsion transporte du côté dorsal de l'œsophage. Dans le genre Natice (*N. monilifera*), l'œsophage, en avant du jabot, est plus long, plus grêle, les bourrelets sont plus minces; mais, au niveau du jabot, ils prennent un développement plus considérable, surtout le droit. Là ils sont superposés et divisent la cavité en deux parties : une supérieure conductrice, une inférieure glan-

dulaire, garnie de nombreux replis transversaux. Sur la face inférieure du bourrelet droit, on observe un épithélium de grandes cellules cylindriques qui se gonflent par un séjour prolongé dans l'eau et qui ne prennent pas les réactifs colorants. La partie antérieure du jabot, détachée de l'œsophage, est divisée en deux parties par une cloison musculaire qui est un indice de dualité du jabot.

» *Trombe pleurembolique.* — Le genre *Cassidaria,* intermédiaire entre les types précédents et les mollusques à grande trompe, tels que les Muricidés et Buccinidés, présente des dispositions analogues à celle des Naticulés, mais les cellules incolores font place à des replis transversaux recouverts d'un épithélium différent et la torsion de 180° n'intéresse que le jabot.

» Chez les mollusques à grande trompe (Buccinidés, Muricidés, Fasciolaridés), l'œsophage présente en avant du collier nerveux, en arrière de la gaine de la trompe une dilatation piriforme, connue sous le nom de *pharynx de Leiblein.* Chez les Murex, sa structure est la même que celle de l'œsophage des Cassidaires; sa cavité est divisée en deux parties par les bourrelets supérieurs, la partie inférieure est tapissée par les grandes cellules cylindriques. Chez les Pourpres, le bourrelet droit forme une languette saillante contournée dans l'intérieur de la poire et le bourrelet gauche disparaît.

» Je considère cet organe comme le reste d'une glande occupant primitivement toute la longueur de l'œsophage et qui, par suite des mouvements alternatifs de ce dernier dans l'intérieur de la gaine de la trompe, n'a pu subsister qu'à l'endroit de l'œsophage qui n'était plus soumis aux compressions de la gaine. La forme de l'organe, le développement exagéré du bourrelet droit et la torsion à gauche du bourrelet s'expliquent mécaniquement. Un autre reste de la glande primitive existe dans le Concholepas. C'est un renflement situé en avant du jabot et présentant la même structure que le pharynx de Leiblein. Dans le genre Murex, on rencontre, à côté de la grosse glande impaire, une petite glande dont l'épithélium est formé de grosses cellules cylindriques. Cette petite baie est également un reste de la glande primitive.

» La grosse glande impaire des Buccinidés et des Muricidés doit être considérée comme l'homologue du jabot des Cypræa et, par suite, comme représentant la partie postérieure des poches œsophagiennes. En effet, dans les Cypræa et les Natica, le jabot se détache de l'œsophage en avant, mais les bourrelets ne se prolongent pas dans la partie détachée; ils se continuent dans la région commune à l'œsophage et au jabot, jusqu'à l'endroit où cesse ce dernier. Si le jabot continue à se détacher de l'œsophage, toujours dans le même sens, il finira par donner une poche pédonculée, s'ouvran dans la partie inférieure de l'œsophage par un point et non par une fente, et précisément à l'endroit où cessent les bourrelets.

C'est ce que l'on observe chez les Concholepas, Murex, Purpura, Fasciolaria, etc. Comme toujours, en avant de ce point, passe le connectif de la chiastoneurie et en arrière l'aorte antérieure. »

BOTANIQUE. — *Observations générales sur la distribution des Algues dans le golfe de Gascogne*. Note de M. C. SAUVAGEAU, présentée par M. Guignard.

« La végétation algologique des côtes sud de la Bretagne, depuis Brest jusqu'à l'embouchure de la Loire, a été étudiée par plusieurs auteurs et l'on en connaît bien le caractère. On sait aussi que celle du fond du golfe de Gascogne, à Biarritz, en est fort différente, car un bon nombre des Algues bretonnes ne s'y retrouvent plus, et son ensemble a un caractère plus méridional. Mais la côte nord de l'Espagne n'est pas assez connue pour permettre une comparaison avec les régions précédentes; on y a bien cité, dans quelques localités, certaines des espèces qui manquent à Biarritz; toutefois, rien n'indique si elles y croissent réellement ou si elles sont apportées par les courants et rejetées par le flot, et de plus, la rareté dans les herbiers des échantillons provenant de ces localités ne permet pas de vérifier l'exactitude des déterminations. Il était cependant intéressant de savoir si la végétation algologique de cette partie du golfe de Gascogne continue celle de Biarritz, ou si, au contraire, elle répète celle de la Bretagne. Encouragé par le bienveillant intérêt que l'Académie a témoigné à mes premières études sur les Algues, j'ai poursuivi, pendant l'hiver de 1894 et de juillet à novembre 1895, des recherches qui comblent en partie cette lacune.

» Les grandes Algues brunes si abondantes en Bretagne, et qui donnent à la végétation marine un aspect si particulier, ne sont plus guère représentées à Biarritz que par les *Cystosira* et le *Saccorhiza bulbosa*, qui d'ailleurs se trouve sur toute la côte; le seul *Fucus* est la variété naine ou *limitaneus* du *F. platycarpus;* à Guéthary, toutefois, les *Fucus platycarpus* et *vesiculosus* sont bien développés. Mais, dès qu'on s'éloigne du fond du golfe, ces grandes Algues deviennent si abondantes que les riverains les utilisent comme engrais. On y trouve les espèces du goëmon de Bretagne et de Normandie, que j'ai toutes recueillies en place : le *Pelvetia canaliculata,* l'*Ascophyllum nodosum,* les *Fucus platicarpus, vesiculosus* et *serratus,* l'*Himanthalia lorea,* le *Bifurcaria tuberculata,* plusieurs *Cystosira,* le *Chorda*

Filum, le *Saccorhiza bulbosa*, les *Laminaria saccharina, flexicaulis* et *Cloustoni*. J'ajoute que, à San Vicente de la Barquera, où le *Fucus vesiculosus* est représenté par sa forme typique et par ses variétés *axillaris, evesiculosus* et *lutarius*, j'ai récolté une forme probablement nouvelle, dont les frondes sont très crépues sur tout leur pourtour. Le *Fucus platycarpus*, considéré jusqu'ici comme étant toujours hermaphrodite, présente, à la Corogne, la curieuse particularité d'être tantôt hermaphrodite et tantôt unisexué.

» Le stipe des *Laminaria Cloustoni* est souvent chargé de touffes de *Rhodymenia palmata*, belle et grande Floridée, très commune dans le nord, et dont, à ma connaissance, il n'a pas été récolté d'échantillons sur les côtes de France, au sud de l'île de Ré. Dans la ria de Rivadeo, je l'ai prise en quantité sur les supports les plus variés. Sur ces mêmes stipes croissent encore le *Ptilothamnion Pluma* et le *Lithothamnion Laminariœ* qui n'étaient pas connus au sud de la Bretagne. Parmi les espèces remarquables de cette catégorie, je citerai encore le *Nitophyllum Hilliœ*, le *Delesseria sanguinea*, le *Polysiphonia fibrillosa*, le *Rhodochorton floridulum* (à Biarritz), le *Dilsea edulis* et le *Petrocelis cruenta* dont la dimension est assez grande pour attirer l'œil du botaniste.

» Dans cette rapide énumération, je laisse de côté les Algues très petites qui, pouvant avoir échappé aux collecteurs, n'ont peut-être pas une distribution géographique aussi restreinte qu'on le suppose. Toutefois, j'ai été surpris de retrouver à San Vicente le *Pilinia maritima*, qui n'a encore été signalé qu'au Groenland, au Spitzberg, à la Nouvelle-Zemble et en Norwège.

» Le *Ptilota elegans* mérite une mention spéciale en raison de son extrême abondance à Rivadeo et à La Corogne; il n'y est pas moins commun qu'en Bretagne.

» Certaines espèces, telles que l'*Halopitys pinastroides*, le *Peyssonelia squamaria*, l'*Hypnea musciformis*, le *Laminaria flexicaulis* et probablement le *L. Cloustoni* deviennent rares ou disparaissent vers l'ouest de l'Espagne. Le cap Ortegal semble former une limite marquée entre la flore septentrionale et la flore occidentale, car, deux Laminaires que je n'ai pas rencontrées à Rivadeo apparaissent à La Corogne : le *Phyllaria purpurascens*, connu seulement à Cadix, au Maroc et en Algérie, et le *Laminaria pallida*, qui y est très abondant, n'était cité qu'au Maroc, aux Canaries et au cap de Bonne-Espérance.

» Indépendamment de la constatation que j'ai pu faire de la présence d'un assez grand nombre d'espèces non encore signalées dans la région,

j'en ai rencontré plusieurs qui me semblent nouvelles, mais dont je n'ai pas achevé l'étude. J'ai, en outre, rapporté une quantité considérable de matériaux dont une partie est déjà utilisée.

» La conclusion qui semble ressortir de ces observations est que la Flore algologique du nord de l'Espagne appartient à la même région naturelle que celle de la Bretagne, et que La Corogne constitue la limite septentrionale de la Flore hispano-canarienne. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur quelques Rudistes nouveaux de l'Urgonien* [1]. Note de M. **Victor Paquier**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Jusqu'à ce jour on a admis que les Caprotines apparaissaient seulement dans le Cénomanien. A la suite de recherches sur les Rudistes de l'Urgonien, j'ai pu m'assurer que, dès cette époque, ces formes existaient déjà. Les localités où je les ai rencontrées sont Châteauneuf du Rhône (Drôme), Donzère et le mont Granier (Isère). Enfin, dans une série de fossiles que m'avait obligeamment communiquée le chanoine J. Almera de Barcelone, j'ai reconnu des *Horiopleura* et *Polyconites Verneuili*, ou tout au moins une espèce excessivement voisine.

» Il ne saurait y avoir de doute sur le niveau stratigraphique de ces gisements; le rocher de Châteauneuf est bien certainement un pointement de calcaire urgonien. Interprété comme tel par Ch. Lory, il en présente tout à fait l'aspect et les bancs qui surmontent le calcaire à Chamidés sont identiques par leur épaisseur et la présence d'énormes silex à ceux de l'Aptien inférieur de la région delphino-provençale.

» Au-dessus se rencontrent les formations arénacées du Crétacé moyen que l'on suit jusqu'à Clansayes où elles présentent un grand développement et de nombreux fossiles. D'ailleurs, associées aux Caprotines, se rencontrent les formes suivantes :

» *Matheronia* c. f. *Virginiæ* A. Gras sp.
» *M. semirugata*. Math.
» *Janira Deshayesiana* d'Orb.
» *Lithodomus avellana* d'Orb.
» *Rhynchonella lata* Sow.

» Cette faune est franchement urgonienne, et, en l'absence de toute

(1) Note rédigée au laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Grenoble.

indication stratigraphique, elle suffirait à fixer l'âge des gisements en question.

» Le genre *Caprotina* est représenté par une valve supérieure, provenant de l'Alpette, près le mont Granier. On y reconnaît la dent antérieure arquée et située dans le prolongement de la crête myophore antérieure qui est elle-même séparée du bord cardinal par la cavité accessoire caractéristique des Caprotines. La cavité correspondant à la dent de la valve fixée est séparée par une cloison transversale destinée à l'insertion du muscle postérieur, d'une cavité accessoire représentant la plus réduite de celles qu'offrent les Caprotines dans cette région de la coquille, tandis que la plus grande, voisine du ligament, fait ici défaut. La dent postérieure est mal conservée et peu discernable.

». Dans la même localité et à Donzère, j'ai rencontré d'autres valves supérieures présentant la même disposition d'appareil cardinal, mais sans aucune trace de cavité accessoire accompagnant le muscle postérieur, qui s'insérait alors, au moins partiellement, sur la face interne du bord de la coquille. Quant à la cavité accessoire du muscle antérieur, elle est rudimentaire et parfois représentée par trois ou quatre fossettes peu profondes. Toutes ces valves supérieures sont plus ou moins renflées et pourvues d'une dépression longitudinale ventrale, leur donnant l'apparence des *Sellœa*. (Di Stefano, *Gli strati con caprotina di Termini Imerese*.)

» Par la forme de la fossette de la dent de la valve inférieure, par la section triangulaire de la dent antérieure et par l'état rudimentaire de la cavité accessoire de l'apophyse myophore antérieure, plusieurs valves présentent une analogie frappante avec les Himerœlites (*H. Ugdulenœ*), rapprochées par M. di Stefano des *Monopleura*.

» C'est également des *Sellœa* que se rapprochent les valves fixées de Châteauneuf et Donzère, à cause de leur forme allongée, de leur section quadrangulaire et surtout de leur appareil myo-cardinal. On y reconnaît la dent unique, robuste et arquée, enfermant dans sa courbure la fossette antérieure bien développée, tandis que la fossette postérieure se présente sur sa convexité et est beaucoup moins marquée. Le muscle antérieur s'insérait sur une lame myophore séparée du bord de la valve par une cavité accessoire, nettement indiquée, quoique ne s'étendant pas jusqu'autour de la dent N comme chez *Sellœa*. Enfin, l'apophyse myophore antérieure, constituée par un épaississement du test ou parfois par une sorte de lame myophore surplombant la chambre d'habitation, n'est jamais accompagnée de canaux, comme dans les formes précitées.

» En résumé, on peut dire que les Caprotinidés urgoniens, incontestablement construits sur le plan des *Sellœa*, en diffèrent par l'état rudimentaire ou nul de certains caractères, tels que l'exiguïté des cavités accessoires et l'absence de canaux, mais en représentent vraisemblablement une forme ancestrale.

» C'est à côté de *Caprotina* (*sensu lato*), qu'il convient de ranger les *Ethra*, Matheron, 1878, Rudistes urgoniens dont les deux valves sont enroulées, mais complètement inconnus, quant aux caractères internes. Sur un exemplaire d'Orgon j'ai pu préparer la valve fixée; on y reconnaît la dent unique, obsolète, limitant par sa concavité la fossette antérieure assez développée; la fossette postérieure est également bien visible et une lame myophore inclinée vers l'extérieur supporte l'impression postérieure qui est ainsi séparée du bord de la coquille par une large cavité accessoire rappelant tout à fait celle de *Caprotina*.

» Le ligament paraît avoir été externe.

» En 1889, M. F. Počta (*O. Ruditesch vymžele čeledi mlžů*, Praze) a institué le genre *Stenopleura* pour des Monopleurinés du Cénomanien de Bohême pourvus d'une large et profonde rainure ligamentaire.

» Dans l'Urgonien de Châteauneuf, j'ai pu recueillir deux spécimens d'une espèce excessivement voisine de *St. angustissima*.

» Parmi les Rudistes urgoniens de Catalogne que j'ai examinés se rencontrent quelques *Polyconites* et surtout des *Horiopleura*. Ces derniers offrent, quand les lames externes sont bien conservées, l'ornementation de *H. Lamberti*, mais l'appareil myo-cardinal en diffère par l'impression musculaire postérieure, qui, dans la valve fixée, est beaucoup moins étendue et ovale. Ils se différencient également de *H. Baylei* par la moindre dimension de la cavité accessoire du muscle postérieur de la valve libre.

» Les résultats exposés plus haut peuvent donc être formulés comme il suit :

» Les Caprotininés, les genres *Stenopleura* et *Polyconites* ont apparu dès l'Urgonien (Barrémien supérieur ou Aptien inférieur).

» Les Caprotininés y possèdent des caractères assez primitifs et leurs affinités les plus nettes sont avec les *Sellœa* de Sicile. C'est dans cette famille que prend place le genre *Ethra*. Dès l'époque de l'Urgonien, les *Horiopleura* et les *Polyconites* avaient déjà fixé leurs caractères et différaient très peu de ceux qui se montrent dans des couches rapportées actuellement à l'Albien. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur quelques bactéries dévoniennes.* Note de M. **B. Renault**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« Nos recherches sur l'ancienneté des bactéries ont établi leur existence, successivement, dans le terrain permien et houiller, dans le Culm (1). Cette Note a pour but de démontrer leur présence dans des couches plus anciennes encore.

» Nos études ont porté sur les préparations de la collection Unger acquises en 1864, par M. Brongniart, pour les collections de Paléontologie végétale du Muséum, et qui proviennent des rognons silico-calcaires contenus dans les schistes à cypridines dévoniens de Saalsfeld, en Thuringe.

» Les bactéries sont répandues à l'intérieur du bois plus ou moins altéré d'un grand nombre de types végétaux curieux, que renferme cette collection, tels que *Kalimma grandis, Stigmaria annularis, Aporoxylon primigenium,* etc.

» Nous ne parlerons aujourd'hui que des bactéries contenues dans ce dernier type, à cause des remarques intéressantes que leur présence suggère.

» Le genre *Aporoxylon* a été créé par Unger, sur cette observation que les trachéïdes ligneuses paraissaient dépourvues de pores; en 1885 (2), nous avons attribué l'absence de pores, ou de ponctuations, au mauvais état de conservation offert par ces échantillons; divers savants, MM. Stenzel, de Solms, Schenck, ont depuis reconnu la présence de ponctuations unies ou bisériées; nous-même, *sur les préparations* d'Unger, nous avons constaté l'existence de ces ornements qui sont ou bien disposés sur une seule ligne, ou bien placés en alternance sur deux ou trois rangées. Le diamètre des ponctuations est de 10^{μ}, la distance des centres de deux ponctuations voisines est à peu près de 16^{μ}, les rayons cellulaires ligneux sont simples ou composés.

» Les observations suivantes donnent l'explication de la rareté des ponctuations dont la présence avait échappé à Unger.

---

(1) *Comptes rendus,* t. CXIX, p. 377, et t. CXX, p. 162, 217; *Bulletin de la Soc. d'Hist. nat. d'Autun,* avril et septembre 1895.

(2) *Cours de Botanique fossile,* 4e année, p. 169.

» Sur une préparation portant le n° 9006 du catalogue et représentant une section transversale d'un bois d'*Aporoxylon primigenium*, on voit, à la place occupée *primitivement* par les parois des trachéïdes, un grand nombre de corps sphériques teintés de rouge mesurant, quand ils ne sont pas déformés, $2^{\mu},2$ à 3μ; quelquefois ils se présentent sous la forme de diplocoques; il n'est pas rare d'en trouver d'hypertrophiés ou formant des amas irréguliers résultant de leur désagrégation, souvent la membrane moyenne des trachéïdes est encore visible malgré la présence de ces micrococoques.

» Il est évident que les couches d'épaississement qui supportaient les ponctuations ayant été détruites, les trachéides, représentées seulement par leur membrane moyenne, doivent paraître sans ornements [1]. Nous avons donné le nom de *Micrococcus devonicus* A, à cette première espèce qui avait pour fonction de détruire les couches d'épaississement.

» Sur d'autres préparations moins altérées, on distingue fréquemment d'autres corps sphériques, plus petits, mesurant $0^{\mu},5$ à 1μ, rouges ou noirs, disséminés sur l'épaisseur des parois des trachéïdes, ou disposés sur la tranche des membranes moyennes, dont on peut suivre ainsi plus facilement les contours, grâce aux lignes plus foncées produites par les micrococoques; l'intérieur des trachéïdes contient quelquefois des groupes de la première espèce. Nous désignons les plus petits corps sphériques sous le nom de *Micrococcus devonicus* B, ces micrococoques s'attaquaient plus particulièrement aux membranes moyennes.

» En résumé : 1° les bactéries existent sur les végétaux en décomposition du terrain dévonien; 2° ce sont les plus anciennes que l'on connaisse; 3° le *Micrococcus devonicus* A est la cause de l'absence de ponctuations dans le genre *Aporoxylon* d'Unger; 4° le *Micrococcus devonicus* B détruisait les membranes moyennes. »

---

[1] Le genre *Aporoxylon*, fondé sur un état défectueux de conservation, ne pouvait être conservé : on a proposé celui d'*Araucarioxylon*, mais ce nom rappelle d'une manière fâcheuse le bois de végétaux vivants. Le bois des *Aporoxylon*, muni de rayons cellulaires *composés*, se rapproche davantage de celui des Cordaïdes : le nom de *Cordaixylon* serait préférable.

PHYSIOLOGIE. — *Sur la photographie de la rétine*. Note de M. **Th. Guilloz**, présentée par M. d'Arsonval.

« Dans une Note récemment parue aux *Comptes rendus* ([1]), M. V. Guinkoff annonce qu'il s'est posé le problème de la photographie de la rétine. De nombreuses tentatives ont déjà été faites dans cette voie, et, pour ne citer que les plus importantes, je rappellerai celles de Noyes et Sinclair (1862), Roserbrugh (1864), Dor (1884), Jackmann et Werbster, Cohn, Hope (1888), Bagneris (1889), Fick, Gerloff (1891).

» La Note de M. Guinkoff m'engage à signaler, à l'Académie, le procédé que j'ai donné en 1893 ([2]) et qui m'a permis le premier, je crois, de résoudre la question dans des conditions applicables à la clinique. Cette méthode a déjà été exposée avec tous ses détails ([3]), et j'en rappellerai seulement le principe :

» Quand la pupille est dilatée, on peut éclairer le fond de l'œil et pratiquer l'examen de la rétine au moyen d'une lumière et d'une loupe; on peut donc supprimer le miroir ophtalmoscopique.

» L'observation se fait ainsi sur l'image renversée et c'est cette image que je reprends par l'objectif photographique.

» Au cours de mes recherches, il m'a paru que le temps de pose, si court fût-il, était une condition défavorable, et j'ai dû recourir à l'instantanéité au moyen d'un appareil spécial.

» J'ai l'honneur de présenter à l'Académie seize épreuves instantanées de fonds d'yeux normaux et pathologiques obtenus par ce procédé.

» Ces photographies reproduisent l'image ophtalmologique telle qu'elle apparaît dans l'examen à l'image renversée, avec les reflets de la lentille et de la cornée.

» Un perfectionnement restait à apporter : la disparition de ces reflets qui, cependant, ne sauraient être confondus avec une lésion du fond de l'œil. J'y suis arrivé après plusieurs tentatives, grâce à un procédé nouveau

---

([1]) *Comptes rendus*, p. 1017.

([2]) *Société de Biologie*, 17 mars 1892.

([3]) *Archives d'Ophtalmologie*, août 1893. — *Association française pour l'avancement des Sciences*. Besançon; 1893.

d'éclairage, que j'ai décrit à la Société de Biologie (1), en même temps que je présentais les premiers résultats obtenus.

» Enfin, j'ai établi (2) les conditions à remplir pour accroître énormément le champ d'observation dans l'examen à l'image renversée.

» Un appareil, construit sur ces deux nouvelles données par M. Pellin et MM. Poulenc, va être terminé, et j'aurai l'honneur de communiquer prochainement à l'Académie sa description et les résultats qu'il m'aura fournis.

» Je rappellerai également que j'ai donné (3) un procédé de mise au point automatique pour la photographie du fond de l'œil et que, dès mon premier Mémoire, j'avais signalé, en en donnant l'explication, l'innocuité absolue de l'éclair magnésique nécessaire à la prise instantanée de ces photographies (4). »

PHYSIOLOGIE. — *Influence du foie sur l'action anticoagulante de la peptone.* Note de MM. E. Gley et V. Pachon, présentée par M. Marey.

« Après avoir trouvé que la ligature des vaisseaux lymphatiques qui sortent du foie empêche l'action anticoagulante de la peptone (5), nous avons été amenés à penser que cette substance ne peut exercer son effet sans l'intervention du foie. Nous nous sommes alors appliqués à vérifier cette opinion dans diverses séries de recherches.

» La seule dont nous ayons jusqu'à présent fait connaître les résultats consiste dans la détermination de l'action de la peptone après l'extirpation du foie (6). Cette expérience, il est vrai, est décisive : à la suite de cette opération, chez le chien, l'injection intra-veineuse d'une solution de peptone de Witte ne rend pas le sang coagulable (7).

---

(1) *Société de Biologie,* 6 avril 1895.

(2) *Archives d'Ophtalmologie,* avril 1895.

(3) *Revue médicale de l'Est,* mai 1895.

(4) *Archives d'Ophtalmologie,* août 1893, et *Revue médicale de l'Est,* 1er avril 1895.

(5) *Comptes rendus,* t. CXXI, p. 389, séance du 26 août 1895. — *Archives de Physiologie,* 5e série, t. VII, p. 711; 1895.

(6) *Comptes rendus de la Société de Biologie,* séance du 23 novembre 1895, p. 741.

(7) On a objecté (*Comptes rendus,* séance du 11 mai 1896) à ces expériences que, l'extirpation du foie supprimant la circulation dans la veine porte, s'il se formait dans l'intestin, sous l'influence de la peptone, une substance anticoagulante, celle-ci

» Mais nous poursuivions en même temps d'autres recherches, relevant toutes, d'ailleurs, de la même idée. Cette idée directrice est fort simple : si notre opinion est juste, toute cause qui diminue ou supprime le fonctionnement du foie doit mettre obstacle peu ou prou à l'action de la peptone. Et c'est ce que nous avons constaté en troublant cet organe :

» 1° Par action mécanique directe; c'est la cause mise en jeu dans nos premières expériences (augmentation de pression due à la ligature des lymphatiques), sur laquelle nous nous proposons de revenir bientôt, pour répondre à quelques critiques;

» 2° Par action nerveuse directe : section des nerfs hépatiques ou lésion des centres nerveux du foie. Nous sommes en droit de constater dès à présent, sans même parler des résultats de nos recherches personnelles qui confirment ceux obtenus par Contejean, que les expériences relatées par ce dernier ([1]), et dans lesquelles ce physiologiste a vu l'injection intraveineuse de peptone rester sans effet après l'extirpation des ganglions cœliaques, chez le chien, constituent une preuve solide à l'appui de la thèse que nous soutenons;

» 3° Par actions chimiques. On peut produire des altérations profondes du foie au moyen de diverses substances toxiques, du phosphore par exemple. C'est à l'emploi de cette substance qu'il était naturel de penser d'abord. Nos expériences sur ce point ne sont pas encore terminées. Nous avons eu recours à un autre moyen de destruction chimique du foie, qui est celui indiqué, il y a quelques années, par Denys et Strubbe ([2]) : il suffit d'injecter, dans le canal cholédoque d'un chien, 50^{cc} à 70^{cc} d'une solution d'acide acétique à 2,5 pour 100 pour amener très rapidement la destruction de presque toutes les cellules hépatiques. Or, nous avons vu que, si, quinze heures environ après cette opération, on fait une injection intraveineuse de peptone à l'animal qui l'a subie, cette injection est inefficace; le sang reste parfaitement coagulable.

---

ne pourrait rentrer dans le torrent circulatoire et produire son effet sur le sang. Cette objection est sans fondement, puisque la ligature de la veine porte, comme nous nous en sommes assurés et comme Contejean l'a vu déjà (*Archives de Physiologie*, 5e série, t. VIII, p. 165; 1896), n'empêche nullement l'action anticoagulante de la peptone.

([1]) *Comptes rendus de la Société de Biologie*, séance du 16 novembre 1895, p. 729. — *Archives de Physiologie*, 5e série, t. VIII, p. 159; 1896.

([2]) J. Denys et L. Strubbe : *Étude sur* l'acholie *ou* cholémie *expérimentale* (*La cellule*, t. IX, p. 447-460; 1893).

» Voici, par exemple, une expérience faite de cette façon :

» Sur un chien jeune, pesant 10^{kg}, on constate qu'une injection intra-veineuse de peptone de Witte, à la dose de $0^{gr},50$ par kilo, rend le sang complètement incoagulable; le lendemain de l'injection, les échantillons de sang, prélevés dans une artère au cours de l'expérience, sont encore liquides.

» Treize jours après, l'animal ayant été préalablement anesthésié, on fait, dans le canal cholédoque, une injection de 65^{cc} d'une solution d'acide acétique à 2,5 pour 100. Le lendemain matin, c'est-à-dire dix-sept heures après, comme l'animal paraît assez gravement malade, on pratique une injection intra-veineuse de peptone, à la même dose de $0^{gr},50$ par kilo. Le sang reste parfaitement coagulable.

» On remarquera que les expériences de cette troisième série, réalisant, en définitive, la destruction plus ou moins complète du foie, équivalent à sa suppression *in situ* et sont, par suite, à rapprocher de nos expériences antérieures d'extirpation.

» Il s'agit ici d'actions chimiques directes. On pourrait encore imaginer des actions chimiques troublant indirectement le fonctionnement du foie, par l'intermédiaire du système nerveux de cet organe. Divers essais seraient peut-être à tenter dans cette voie.

» Quoi qu'il en soit de ce dernier point, on voit dès maintenant que tout moyen qui diminue ou suspend l'activité hépatique, entrave l'action anticoagulante de la peptone.

» Reste à savoir en quoi consiste le phénomène en vertu duquel la peptone, en traversant le foie, acquiert la propriété anticoagulante. On pouvait penser que cet organe forme, aux dépens de la peptone, la substance anticoagulante dont G. Fano, Ch. Contejean, A. Ledoux ont admis l'existence pour des raisons diverses. Dans cette hypothèse, il paraissait possible de résoudre la question par deux séries d'expériences : d'une part, il fallait chercher si des extraits, préparés avec le foie de chiens ayant reçu une injection de peptone, possèdent la propriété anticoagulante; et, d'autre part, il fallait faire circuler dans le foie, séparé du corps, du sérum artificiel et peptonisé, recueillir le liquide s'écoulant des veines sus-hépatiques et voir si ce liquide rend le sang incoagulable. En ce qui concerne la première série d'expériences, nous avons fait quelques essais qui ne nous ont donné que des résultats négatifs; positifs, ces résultats auraient eu une signification importante; mais, négatifs, ils sont susceptibles, croyons-nous, de plusieurs interprétations et, par cela même, il ne nous a pas paru qu'on en pouvait tirer quelque conclusion ferme. Quant aux expériences de circulation artificielle dans le foie, nous avons l'intention de ne pas les poursuivre, puisqu'un autre physiologiste vient juste-

ment de s'en occuper ([1]) et que ses observations, encore que positives, ne prouvent pas, ce nous semble, l'existence réelle de la substance anticoagulante dont il s'agit ; ses recherches montrent, en effet, non pas la réalité chimique d'une telle substance, mais seulement que le liquide sorti du foie, dans des conditions déterminées, rend le sang incoagulable ([2]). »

M. Ed. Spalikowski adresse une Note « Sur des ossements humains de l'époque gallo-romaine trouvés à Saint-Aubin-Épinay (Seine-Inférieure) ».

M. Letheule adresse une Note ayant pour titre « Durée de la révolution du sang ».

La séance est levée à 4 heures un quart. M. B.

ERRATA.

(Séance du 11 mai 1896.)

Note de M. *Venukoff*, Recherches hydrographiques de M. Spindler, etc. :

Page 1078, ligne 7, *au lieu de* presque aussi vaste, *lisez* beaucoup plus vaste.

(Séance du 18 mai 1896.)

Note de M. *Henri Moissan*, Préparation et propriétés de l'uranium :

Page 1090, ligne 1, *au lieu de* dans un feu de bois, *lisez* dans un feu de charbon de bois.

Page 1093, ligne 11, *au lieu de* 94,48, *lisez* 99,48.

Note de M. *Charles Henry*, Sur la relation générale qui relie l'intensité, etc. :

Page 1140, ligne 23, *au lieu de* $S = 1,66$, *lisez* $S = 15,66$.

([1]) C. Delezenne (*Comptes rendus*, séance du 11 mai 1896, p. 1072).

([2]) Travail du Laboratoire de Physiologie générale, au Muséum.